Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 1 (*pag.* I-XVI *di pubb.*) 15 Gennaio 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

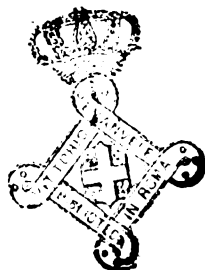
PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

IL POLITECNICO

GIORNALE

dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

ANNO LIX - 1911

SOCIETÀ EDITRICE LIBRARIA

MILANO - VIA AUSONIO, 22 - Gall. De Cristof., 54-55

Milano 1911. - Tipografia Indipendenza - Corso Indipendenza, 23.

L'impianto idroelettrico dell'Adamello

(colle tavole 3 e 4)

(continuazione, vedi N. 24 del 1910)

Impianto del Poglia. Centrale di Cedegolo. — Il canale di derivazione delle acque dei tre torrenti, Salarno, Adamè e Poia d'Arno ha inizio presso l'officina generatrice di Isola di cui riceve direttamente le acque di scarico delle turbine; dopo un percorso di 4,5 km. in sponda sinistra del Poglia, parte all'aperto e parte in galleria (vedi tav. 2) esso sbocca in un ampio bacino e camera di carico limitato da un muro in cemento armato (vedi tav. 5), dal quale si diparte la condotta forzata che ha una lunghezza di 1000 metri circa e colla quale si viene ad utilizzare un salto di 470 m.

Allacciamento Salarno (vedi tav. 4). — *a) Opere di presa.* — La diga di sbarramento attraverso il torrente Salarno è situata a monte dell'abitato di Fresine e immediatamente a valle della restituzione della Centrale provvisoria.

La diga impostata su roccia, si eleva sul fondo del torrente circa m. 4, è lunga m. 8,50, larga in sommità m. 2,50 con scarpa a monte di $^1/_{10}$ a valle di $^1/_1$. Ha la cresta alla quota 883,60.

Lateralmente alla diga si protendono a monte lungo le sponde due muri di difesa, a destra per circa m. 20, a sinistra per altri m. 6, fino all'incontro del muro di sostegno del piazzale davanti all'officina provvisoria.

A sinistra del torrente, di fianco alla diga, si aprono le due

bocche di presa, di luce m. 1,20 ciascuna, divise da un pilastro in muratura della larghezza di m. 0,90 e lungo m. 3, foggiato a rostro.

La soglia delle bocche di presa è fissata alla quota 881,70 ossia a m. 1,90 sotto la cresta della diga.

Alle bocche di presa segue il canale moderatore con fondo a forte pendenza, portandosi dalla quota della soglia delle bocche di presa (881,70) alla quota della soglia dello scaricatore (880.00) sopra una lunghezza di m. 17,50. Fu data questa pendenza per poter smaltire dallo scaricatore i detriti che in tempo di piena potessero entrare nelle bocche di presa. Nel muro a valle del canale moderatore fu aperto uno sfioratore, alla stessa quota della cresta della diga, lungo m. 8,00.

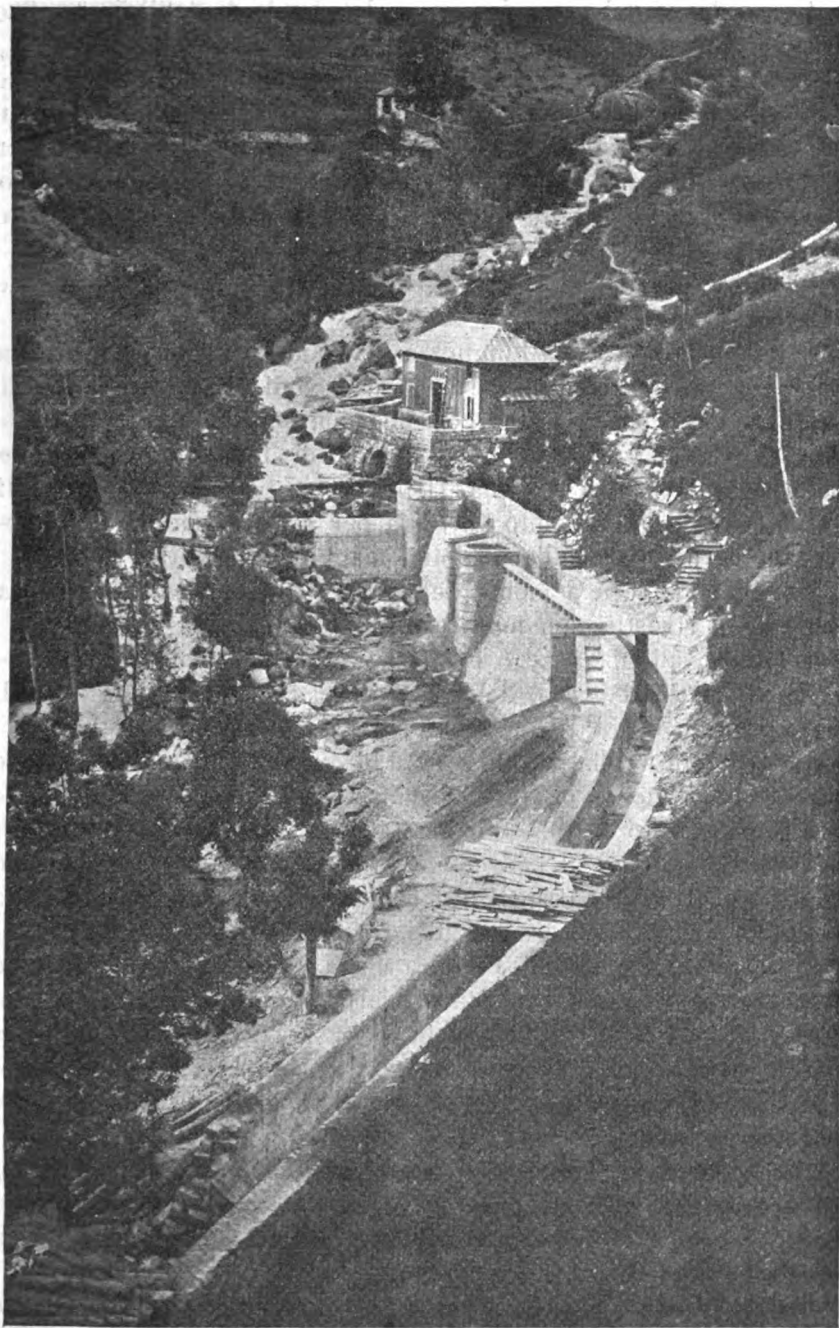
All'estremo del canale moderatore si apre la bocca di presa del canale derivatore regolato, di luce m. 2,25, colla soglia a circa m. 1,20 sopra il piano dello scivolone che va allo scaricatore.

Tutta la muratura delle opere di presa è lavorata a faccia vista in corsi regolari con malta di cemento. I cantonali ed i coronamenti sono in grossi blocchi di granito lavorato.

Le due bocche di presa di luce ciascuna m. 1,20, quella dello scaricatore di luce m. 1,50 e quella all'inizio del canale derivatore di luce m. 2,25 sono munite di paratoie in legno con stivi e soglia costituiti da ferri ad *U*, e da meccanismi di manovra a mano con custodia in lamiera di ferro.

In corrispondenza alle paratoie sono collocate sopra il canale passerelle provvisorie, costituite da tavoloni in legno, che servono di passaggio e di accesso ai meccanismi di manovra. Queste passerelle provvisorie saranno sostituite con lastroni in granito.

b) *Canale derivatore.* — Il canale derivatore nella prima tratta si svolge a mezza costa sulla sponda sinistra del torrente Salarno fino sopra l'abitato di Fresine, attraversa quindi in galleria lo spartiacque tra il bacino del Salarno e quello del Poglia, portandosi a mezza costa in sponda destra del torrente Poglia; ne rimonta il corso parte in galleria e parte allo scoperto fino presso l'abitato di Isola, dove attraversa con ponte-canale il torrente Adamè e ne riceve a mezzo di apposita derivazione le acque; attraversa quindi in trincea coperta i prati di Isola fino alla Centrale d'Arno e ne riceve lo scarico. Da questo punto ha principio il canale derivatore ad acque riunite (vedi tav. 1).

La lunghezza complessiva del canale è di m. 1563,00, dei quali m. 621,33 in galleria naturale, ed i rimanenti m. 941,67 allo scoperto od in galleria artificiale.

Opere di presa dal torrente Salarno e Centrale provvisoria per i lavori.

La pendenza del pelo d'acqua e del fondo è dell'1,50 ‰ fino all'allacciamento dell'Adamè, e per la rimanente tratta del 2 ‰. Il canale è largo m. 1,50 con paramento interno verticale, e tanto in galleria che allo scoperto le pareti laterali sono rivestite in muratura di pietrame e calce idraulica a spessore variabile, per un'altezza sul fondo di m. 2,00; nelle tratte a mezza costa allo scoperto il muro a valle ha lo spessore in sommità di m. 0 70 e la scarpa esterna di $^1/_5$.

L'altezza d'acqua normale è di m. 1.60 e quindi la sezione bagnata di mq. 2,40.

Il fondo, per tutta la lunghezza del canale, è costituito da una platea in calcestruzzo, raccordata ad arco di cerchio cogli spigoli ed appoggiata sopra scavo, cosicchè non sono a temersi abbassamenti e quindi fessure della platea di fondo che darebbero luogo a travenazioni d'acqua. Il perimetro bagnato è rivestito di intonaco liscio di cemento Portland per evitare qualunque disperdimento e per dare all'acqua una maggiore velocità.

I tagli in trincea a monte del canale sono disposti a scarpata naturale o rivestiti con muratura a secco disposta a gradoni.

Il canale, all'inizio largo m. 2,25, va gradatamente restringendosi per tutto il tratto dello sfioratore portandosi alla fine di questo (progressiva 19,50) alla larghezza normale di m. 1,50.

Lo sfioratore colla soglia a m. 1,60 sopra il fondo del canale consta di 15 luci di m. 1.00 ciascuna, separate tra loro da pilastrine in granito di spessore m. 0,15 che sostengono una passerella larga m. 0,60 di lastroni pure in granito. Al termine dello sfioratore un sovrapassaggio in cemento a piattabanda serve alla continuità di un sentiero ed all'accesso ai fondi sovrastanti.

Il canale segue quindi a mezza costa allo scoperto, con trincea in terra verso monte disposta a scarpata naturale, fino alla progressiva m. 104,02, alla quale imbocca la prima galleria lunga m. 150,00. Questa galleria è scavata in terreno sabbioso ed è rivestita con piedritti in muratura e volto in gettata di cemento, ad arco ribassato.

L'imbocco e lo sbocco, per una lunghezza di circa m. 6,00 per parte sono costituiti da galleria artificiale con volto in gettata a tutto sesto, e terminano alle due estremità con portali in pietra da taglio.

Tra la prima e seconda galleria per metri 276,60 (progr. 254,00, progr. 530,60) il canale corre a mezza costa allo scoperto con un sovrapassaggio a piattabanda in cemento alla progr. 444,50 che serve per la continuità di un sentiero comunale.

La trincea a monte in terra è disposta a scarpata naturale fino alla progr. 300,00; dalla progr. 300,00 alla progr. 450,00, essendo il terreno acquitrinoso furono costruite delle tratte di muro a secco di rivestimento; la rimanente trincea fino all'imbocco della galleria è in roccia, non presentando alcun pericolo di franamenti.

Alla progr. 530,60 il canale imbocca la seconda galleria lunga m. 471,33.

Di questa, m. 49,43 sono scavati in roccia compatta col cielo a scavo libero e piedritti in gettata di calcestruzzo, e m. 389,90 sono scavati in terreno franoso e quindi con rivestimento di piedritti in muratura e volto a calotta, in gettata di cemento, ad arco ribassato; dei rimanenti m. 22,00, m. 2,00 all'imbocco e m. 20,00 allo sbocco sono in galleria artificiale, con volto in gettata di cemento a tutto sesto. Tanto all'imbocco che allo sbocco della galleria sonvi due portali in pietra da taglio.

Tra le progr. 1001,93-1255,00 il canale scorre allo scoperto lungo la mezzacosta con trincea a monte in terra disposta a scarpata naturale.

Tra le progr. 1255,00-1357,80 è scavato in trincea profonda, rivestito da piedritti in muratura e coperto da volto in gettata di cemento, ad arco ribassato. Il canale sottopassa in questa tratta la strada comunale che da Fresine va ad Isola.

Alla progr. 1361,00 si trova una bocca di scarico di luce m. 1,50 aperta nel muro a valle del canale e chiusa da paratoia in legno con relativo meccanismo di manovra a mano con custodia in lamiera di ferro.

Questa bocca è situata alla fine di uno scivolone di fondo della pendenza del 10 %, lungo m. 10,00, terminato quindi da un risalto di m. 1,00 d'altezza, in modo da formare una sacca di deposito per le eventuali ghiaie e sabbie che venissero trascinate dall'acqua.

Dalla bocca di scarico, a mezzo di apposito manufatto con fondo a gradoni, l'acqua raggiunge la quota del terreno naturale e quindi si scarica liberamente nel torrente Adamè.

Al predetto scaricatore segue un ponte-canale sul torrente Adamè in tre luci, di cui la principale ha una corda di m. 10,50 ad arco ribassato ed è preceduta dalle altre due entrambe ad arco a tutto sesto, con raggio di m. 2,00. Il manufatto è in muratura con faccia vista lavorata a mosaico, volti in gettata di cemento, armille cantonali e banchettoni in pietra da taglio di granito.

Il canale attraversa quindi i prati di Isola in galleria artificiale lunga m. 165,75 tra le progr. 1389,75-1550,50.

Nel primo tratto per m. 28,25, il canale è coperto con volto in gettata ad arco ribassato; segue poi una tratta di m. 8,00 nella quale sbocca il canale di allacciamento del torrente Adamè, coperto da piattabanda in cemento armato. Quindi il canale, come già si è detto, si allarga a m. 2,00 e la pendenza aumenta al 2 ‰.

Per m. 27,00 prosegue coperto da volto ad arco ribassato e per altri m. 57,10 coperto con volto a tutto sesto fino alla progressiva 1530,10. Da qui fino alla progr. 1545,20 il canale si appoggia al fianco a valle della Centrale d'Isola, tanto che il muro di fondazione della Centrale costituisce pure il muro di monte del canale.

In questa tratta e nella successiva fino allo sbocco della galleria artificiale, l'imposta del volto di copertura a tutto sesto è portata a m. 3,00 sopra il fondo del canale.

La galleria artificiale finisce con portale in pietra da taglio.

Dalla progr. 1555,00 alla fine del canale (progr. 1563,00) il canale corre all'aperto e riceve tra le progr. 1557,50-1563,00 lo scarico della Centrale Arno.

Prosegue quindi il canale ad acque riunite.

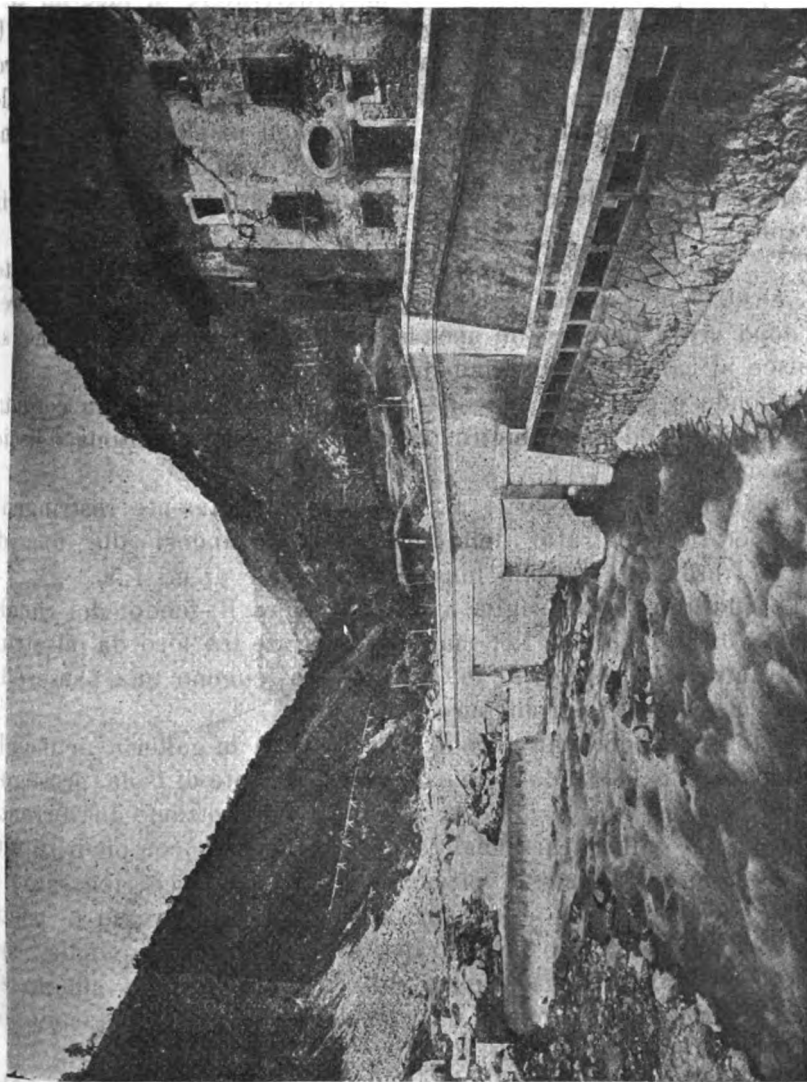
Allacciamento Adamè. — *a) Opere di presa.* — La diga di sbarramento attraverso il torrente Adamè è situata a circa 39 m. a monte del ponte di Isola.

La diga impostata sopra una platea in gettata di cemento incassata sotto il letto del torrente per circa m. 1,00, si eleva sul fondo del torrente stesso circa m. 2,00, è lunga m. 14,40, larga in sommità m. 2,50 con scarpa a monte di $^1/_{10}$, a valle di $^1/_4$. Ha la cresta alla quota 881,60.

Lateralmente alla diga si protendono a monte lungo le sponde due muri di difesa, tanto a destra che a sinistra.

A sinistra del torrente di fianco alla diga si aprono le due bocche di presa di luce di m. 1,20 ciascuna, divise da un pilastro in muratura della larghezza di m. 3,90 e lungo m. 3,00 foggiato a rostro.

La soglia della presa è disposta alla quota 879,70 ossia m. 1,90 sotto la cresta della diga. Alle bocche di presa segue il canale moderatore con fondo a forte pendenza, portandosi dalla quota della soglia delle bocche di presa (879,70), alla quota della soglia dello scaricatore (878,70), sopra una lunghezza di m. 18,00. Fu data questa pendenza per poter smaltire dallo scaricatore i

detriti che in tempo di piena potessero entrare dalle bocche di presa. Nel muro a valle del canale moderatore fu aperto uno sfioratore colla soglia alla stessa quota della cresta della diga, lungo m. 8,00.

Opere di presa del torrente Adamè.

All'estremo del canale moderatore si apre la bocca di presa del canale derivatore regolato, di luce m. 2,25, colla soglia alla quota 879,70, e cioè circa m. 0,70 sopra il piano dello scivolone che va allo scaricatore.

Tutta la muratura delle opere di presa è lavorata a faccia vista a mosaico con malta di cemento.

I cantonali ed i coronamenti sono in grossi blocchi di granito lavorato.

Le due bocche di luce m. 1,20, quella dello scaricatore di luce m. 1,50 e quella all'inizio del canale derivatore di luce m. 2,25 sono munite di paratoie in legno con stivi e soglia in ferro ad U e meccanismi di manovra a mano con custodia in lamiera di ferro.

In corrispondenza delle paratoie sono collocate sopra il canale passerelle provvisorie costrutte da tavoloni in legno che servono di passaggio e di accesso ai meccanismi di manovra.

Queste passerelle provvisorie saranno sostituite da lastroni in granito.

b) *Canale derivatore.* — Il canale lungo complessivamente m. 88,00 è in galleria artificiale, tranne il tratto dello sfioratore, e dopo breve percorso in sponda sinistra del torrente Adamè, si unisce al canale di allacciamento del torrente Salarno.

Il fondo è costituito da una platea in calcestruzzo raccordata negli spigoli ed il perimetro bagnato è rivestito d'intonaco liscio di cemento.

Il canale, all'inizio largo m. 2,25, va gradatamente restringendosi per tutto il tratto dello sfioratore portandosi alla fine di questo (progr. 17,00) alla lunghezza normale di m. 1,50.

Lo sfioratore colla soglia a m. 1,60 sopra il fondo del canale consta di 13 luci di m. 1,00 ciascuna separate tra loro da pilastrini in granito di spessore di m. 6,15 che sostengono una passerella larga m. 0,60 di lastroni pure in granito.

Al termine dello sfioratore il canale entra in galleria artificiale sottopassando la strada comunale presso il ponte di Isola, prosegue quindi sempre coperto fino ad unirsi colla derivazione del torrente Salarno. La galleria artificiale è del tipo normale con piedritti alti m. 2,00 sopra il fondo e voltino in gettata ad arco ribassato.

Per accedere alle opere di presa fu aperto presso il ponte di Isola, un passaggio nel parapetto della strada comunale, che mette direttamente da questa sulla passerella dello sfioratore. Questo accesso sarà chiuso da cancelletto in ferro, sostenuto da pilastri in muratura.

La strada comunale deviata parallelamente a monte del canale ha i muri di sostegno a valle appoggianti sopra il muro a monte del canale con una risega di m. 0,30.

La strada è protetta a valle da un parapetto alto m. 1,00 costruito in muratura di cemento, con faccia vista lavorata a mosaico.

(*Continua*).

Per l'incremento delle irrigazioni

Ing. Bonifacio Campofregoso

Considerazioni e proposte.

La prosperità della produzione agricola, fonte principalissima della ricchezza economica della Valle Padana, è in massima parte dovuta alla grande estensione dell'irrigazione ottenuta mercè una rete di canali provvisti d'acque abbondanti e perenni ed un ulteriore incremento della medesima presenterebbe certamente ancora un vitale interesse di gran lunga superiore a quello che può ripromettersi dagli scopi industriali della navigazione e della produzione di forza motrice.

I nostri canali di navigazione costituiscono per la loro costruzione d'antica data, un monumento veramente glorioso dell'attività intraprendente e perspicace delle passate generazioni. Però, malgrado il notevole interesse che venivano ad offrire come vie di trasporto, date le difficoltà e la deficienza che si incontravano allora nell'ordinaria viabilità, è a presumersi che la loro costruzione sia stata determinata dall'interesse consociatovi dell'irrigazione che certamente deve aver militato in primo e sommo grado a loro favore. Tale prevalenza d'interesse generale economico avrà naturalmente nuociuto sin dall'origine, come nuoce tuttora assai al buon regime delle acque occorrente per l'esercizio della navigazione e da ciò la tendenza ad escludere ora dal programma per costruzione di nuovi canali navigabili lo scopo dell'irrigazione.

Questa esclusione non può evidentemente giovare ad accele-

rare l'adozione di nuovi progetti ed invero sembra che non sia dall'esclusione, ma bensì dalla federazione di vari intenti e cioè: irrigazione, navigazione, produzione di forza motrice e scolo di acque, che si possa ripromettere un vitale e vigoroso impulso per l'adozione dei progetti in corso e per l'inizio delle nuove costruzioni. Tale federazione appare specialmente necessaria nella volgente epoca di predominio delle coalizioni; giacchè mai come ora il motto « nell'unione sta la forza » ha trovato una così generale esplicazione. La collettività d'intenti, anzichè sfuggita, dovrebbe venir ricercata, potendosi in essa ritrovare le condizioni necessarie e permanenti per il buon regime di un canale, costituiti che fossero i rispettivi distinti consorzi che ne diverrebbero indubbiamente i migliori custodi se dotati di statuti chiari, precisi e ben ponderati sì in linea tecnica che amministrativa. Le loro opposte tendenze potrebbero allora avere per risultante l'equilibrio di un buon sistema di funzionamento con piena garanzia contro abusi e prevalenze illecite sì individuali che collettive.

Nell'assegnazione dell'uso e del riparto delle acque fra le diverse categorie di utenze, dovrebbe sempre primeggiare l'intento di conseguire il massimo profitto economicamente possibile, favorendo perciò a preferenza le irrigazioni dei terreni inferiori; ma evitando però che le acque avessero ivi ad affluire in quantità superiore al bisogno ed a dar così luogo ad un loro scarico nei fiumi, invece che servire ad irrigazioni eventuali in terreni superiori. In talune località potrebbero convenire impianti di sollevamento delle acque per tali irrigazioni, impianti possibilmente associabili agli opifici idraulici già esistenti, per farli funzionare collo stesso personale, cointeressando quegli industriali nei proventi di dette eventuali irrigazioni.

Così pure alle foci dei canali navigabili potrebbe convenire la costruzione di conche atte a funzionare pel passaggio delle navi senza erogazione d'acqua, riservando così l'intera portata per la alimentazione di successivi condotti irrigatori. Costituito che fosse il consorzio di questa utenza si avrebbe in esso un validissimo ausiliario pel mantenimento in canale sino al suo termine della portata prefissa necessaria per la navigazione, paralizzando con esso il contrasto collettivo degli irriganti superiori ora vivissimo ed influente, perchè viene loro negata la concessione di una notevole quantità d'acqua che ora va a perdersi in un fiume senza più rendere altro servizio che quello di menomare l'interimento della darsena di confluenza cui si potrebbe diversamente provvedere.

Lo studio del problema economico della massima utilizzazione delle acque dei nostri fiumi e canali dovrebbe fornire il criterio per la scelta delle costruzioni idrauliche di generale interesse, premessa, come si disse, la federazione delle diverse categorie di utenze. I progetti mancanti di questa base difficilmente potranno giungere all'attuazione e si cita ad esempio quello della costruzione di un sostegno delle acque del Lario al loro sbocco in Adda che già da mezzo secolo si dibatte senza ancora alcun accenno ad una prossima decisione, malgrado sia stato ripetutamente e caldamente appoggiato dal Governo. Ciò per la mancanza di un'intesa fra le due utenze, l'agraria e l'industriale, in tale progetto vivamente interessate, ma tendenti ciascuna ad agire separatamente per proprio conto invece di accordarsi in un unico progetto conciliativo anche coi rivieraschi del lago, che pure potrebbero trarne un notevole vantaggio per il mantenimento delle loro rive.

In una precedente memoria (1) si è accennato a proposito di questo lago alla presumibilità della convenienza che potrebbe presentare l'apertura di un nuovo suo emissario a Como mediante un canale sotterraneo da rendersi navigabile e che tornerebbe utilissimo anche all'agricoltura, permettendo di derivare durante la stagione estiva una parte dell'esuberanza d'acqua defluente in Adda, per servirsene ad irrigazione di terreni a nord del canale Villoresi, mentre d'inverno, stagione di grande depressione delle acque del lago e conseguentemente di magra di quel fiume, questo canale potrebbe funzionare nel tratto sotterraneo a galleria di filtrazione mediante l'apertura di chiaviche di condotti trasversali, sfruttando così le acque del sottosuolo e supplendo con queste per l'esercizio della navigazione senza alcuna derivazione dal lago. Inoltre confluendo esso con quello della Martesana in prossimità di Milano, si potrebbe provvedere ad esuberanza per la portata occorrente al naviglio interno della città anche durante il periodo delle magre in Adda, diminuendo in corrispondenza la derivazione a Trezzo per la Martesana e rimovendo cosi la causa delle secolari lamentanze che si elevano al riguardo dalle utenze abduane inferiori. Infine altro notevole beneficio si potrebbe conseguire rendendo evitabili gli allagamenti cui va presentemente soggetta una parte della città di Como.

---

(1) *Il Politecnico*, 1907

Gli scandagli eseguiti alcuni anni or sono da una speciale commissione per un progetto di conduttura d'acqua potabile a Milano (1) stanno a dimostrare che in tutta la zona piana a sud dei circhi delle morene l'invasamento delle acque nel sottosuolo si presenta ancora ad un'altezza sufficiente per ottenere da esso con gallerie filtranti un'abbondante portata a libero deflusso. A conferma di tale induzione concorre pure il raffronto fra la portata dell'Adda allo sbocco del lago e quella risultante dalle diverse erogazioni a principiare da Trezzo. Durante le massime magre tale portata al ponte di Lecco venne constatata di solo 18 mc., mentre fra Trezzo e Cassano si derivano da quel fiume oltre 50 mc. complessivamente a mezzo dei canali Martesana, Vailata, Muzza, Retorto e Rivoltana, pure durante le massime magre e tale triplicazione di portata dell'Adda è dovuta esclusivamente ad acque sorgive del suo alveo alimentate dagli invasamenti del sottosuolo delle due sponde.

Del beneficio ritraibile per l'agricoltura da un maggiore sfruttamento a scopo d'irrigazione delle acque del sottosuolo si è pure trattato in altra memoria (2) accennando alla convenienza che vi potrebbe essere della costituzione all'uopo di consorzi di escavazione intensiva di fontanili in plaghe adatte; supposto che con legge speciale venisse concesso il diritto di attraversamento di fondi colle relative condutture a condizioni e dietro compensi prestabiliti con norme tassative, ritenuto pure che le medesime dovessero rimanere in massima parte sotterranee. Si ritorna qui sullo stesso proposito per accennare allo sviluppo che potrebbe pure raggiungere un impianto simile ricorrendo al sollevamento dell'acqua mediante apparecchi mossi da piccoli motori elettrici.

Vi sono zone molto estese nel sottosuolo nelle quali l'invasamento delle acque si incontra abbondante ed a poca profondità e che pur mancano affatto di fontanili a motivo che pel loro funzionamento sarebbe occorsa la dispendiosa escavazione di lunghissimi condotti, presentando il terreno una pendenza minima. L'impiego delle norie a forza animale che si usa in alcune località pel sollevamento d'acqua di pozzi, richiede occupazioni di terreno e costruzioni notevoli in rapporto alla meschina quantità d'acqua che si estrae, epperò questo sistema trovasi solo e scarsamente impiegato per irrigazione di ortaglie senza alcun accenno

(1) *Il Politecnico*, 1907.

(2) *Il Politecnico*, 1907.

ad ulteriore sviluppo. Il sistema invece del sollevamento delle acque mercè semplici idrovore, o pompe centrifughe azionate da motorini elettrici, lo vediamo già applicato su vasta scala per le piccole prevalenze ed in via di continua estensione, specialmente a Milano nella costruzione di condotti delle pubbliche fognature e nella zona bassa della città delle fondazioni edilizie. Il mite costo di questi apparecchi e della forza motrice combinato collo sviluppo, che va moltiplicandosi, della conduttura elettrica, sembra dare pieno affidamento di un notevole vantaggio per l'impiego di questo sistema al sollevamento delle acque di nuovi fontanili da escavarsi per uso delle irrigazioni.

Il tipo d'impianto più opportuno per ogni comprensorio dei costruendi fontanili, sembra quello in uso pei pozzi della conduttura d'acqua potabile della città di Milano. Ciascuna serie di fontanili farebbe capo ad una pompa centrifuga di sollevamento a motore elettrico ed i diversi motori, alla lor volta in serie, prenderebbero energia per derivazione delle istituende linee a corrente continua e basso potenziale per evitare il pericolo di gravi infortuni. I costruendi fontanili dovrebbero trovarsi fra loro convenientemente distanziati, in modo di poter ottenere una derivazione sufficientemente copiosa e costante nel periodo annuale nel quale torna maggiormente utile per le irrigazioni pur raggiungendo nel rimanente periodo il restante possibile sfruttamento della quantità di gettito di cui può essere annualmente suscettibile l'invasamento d'acqua del sottosuolo.

I fontanili di ciascuna serie dovrebbero trovarsi nelle condizioni di vasi comunicanti mediante collegamento di condottura sotterranea a sifone leggermente acclive verso il tino in cui è situata l'idrovora per essere quivi munita dell'apparecchio per l'eliminazione dell'aria che vi si può raccogliere. Le bocche dei singoli tini dei fontanili potrebbero elevarsi sino all'altezza del suolo per avere coperture facilmente amovibili nel caso di occorrenza d'eventuali osservazioni, o riparazioni. L'apparecchio elevatore coprente il rispettivo tino dovrebbe constare di un motorino elettrico installato sull'asse stesso verticale dell'idrovora consistente nel tubo stesso d'aspirazione, come è indicato nel tipo tracciato nell'annessa tavola. L'idrovora ivi indicata è a doppia corona; la superiore centrifuga e l'inferiore centripeta, in modo da poter sempre funzionare senza bisogno d'adescamento ed anche in qualche caso speciale in cui col continuo funzionamento potesse la profondità dell'acqua nei tini venire a superare il limite

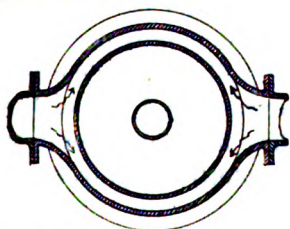
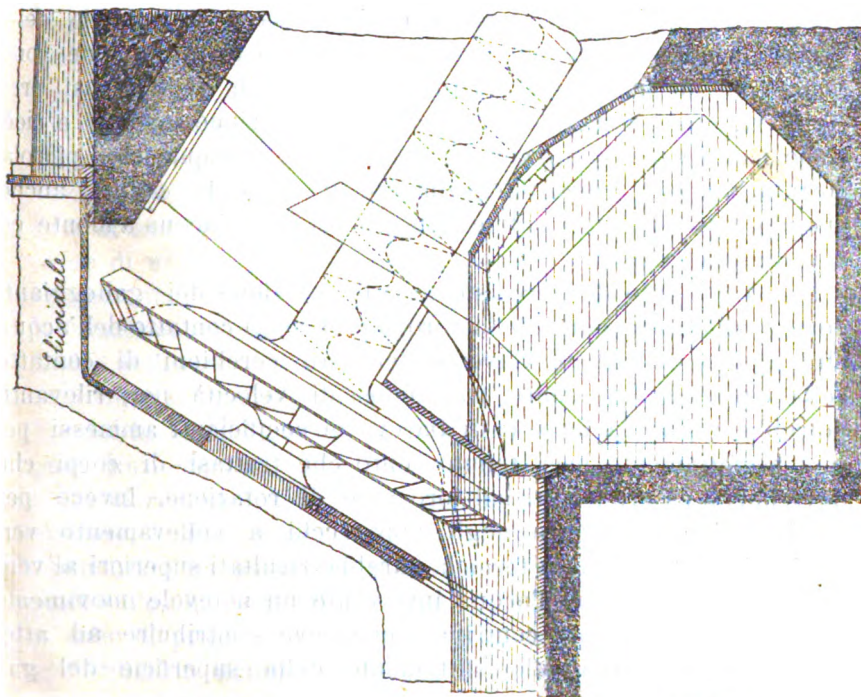
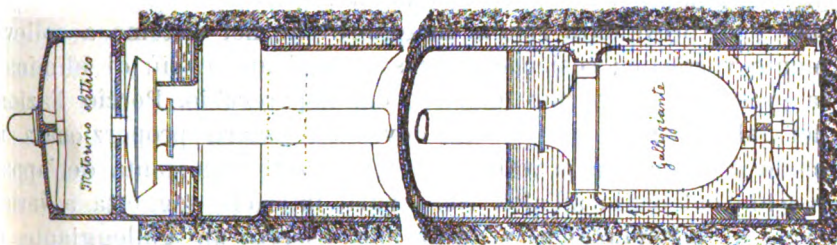
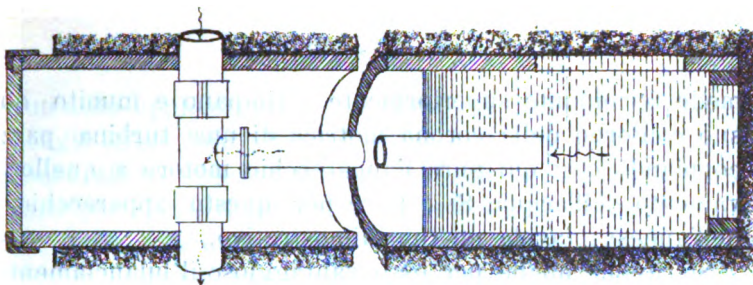
consentibile per una semplice aspirazione. Il peso dell'intero apparecchio rotante è supposto bilanciato dalla spinta di un galleggiante fissato sotto la corona idrovora inferiore in modo da eliminare qualsiasi pressione sul pernio sottostante.

Colle suindicate disposizioni resterebbe pressochè indisturbato il fondo a coltivazione sul quale viene eseguito l'impianto non sussistendo alla superficie che i sostegni della condottura elettrica e le coperture dei diversi tini, oltre al canaletto di smaltimento dell'acqua sollevata e che potrebbe servire all'irrigazione anche del fondo stesso. Il sistema potrebbe eventualmente trovare un'applicazione anche più vantaggiosa su margini stradali, convertendo le cunette di scolo in canaletti irrigatori e, se estesa su vasta scala, potrebbe conseguire altresì l'autorizzazione prefettizia per ragione di pubblica utilità agli espropri che eventualmente potessero abbisognare. Il funzionamento, essendo a volontà, potrebbe limitarsi alle ore di giorno, evitando così l'ingrato lavoro notturno da parte del personale che deve attendere alle irrigazioni ed utilizzando nelle ore notturne l'energia elettrica per illuminazione. Tale completa utilizzazione potrebbe sussistere anche durante la stagione iemale nella quale l'irrigazione resta limitata ai prati marcitori e quindi di molto minore durata, divenendo allora di altrettando più lunga quella dell'illuminazione.

Il sistema sin qui considerato in azione a mezzo di motori elettrici può trovare in casi speciali conveniente applicazione anche a mezzo di motori idraulici, risparmiandosi allora la spesa della condottura e del consumo dell'energia, quantunque sia molto maggiore quella per l'acquisto e per l'impianto del motore Una di queste consisterebbe nell'utilizzare i salti d'acqua inservibili a scopo industriale, che si presentano sui comuni canali d'irrigazione a motivo della pendenza del terreno lungo la loro percorrenza maggiore di quella consentibile dalla natura dell'alveo. Qualora la serie dei fontanili, invece che normalmente all'asta del canale, si dovesse disporre lungo una delle sponde del medesimo, converrebbe rendere il suo alveo, se già non lo fosse, impermeabile per un tratto convenientemente esteso a monte ed a valle dei fontanili. Questa impermeabilità in grado stabile o sufficiente ritiensi conseguibile col temporaneo invasamento d'acqua torbida, o con un rivestimento in ghiaia lavata a vagliata disposto su letto plastico di terra argillosa e pilonato sino all'affioramento di questa alla superficie. In luogo dell'idrovora sopra indicata, potrebbe qui convenire l'impiego di una vite d'Archi-

Motore elettrico

Galleggiante

Elicoidale

mede terminante superiormente a timpano e munito questo sul suo contorno della corona motrice di una turbina parziale, accoppiando così qui pure l'apparecchio motore a quello di sollevamento dell'acqua. Si è pure per questo apparecchio tracciato nell'annessa tavola un tipo dimostrativo.

Si ritenne anche per esso vantaggioso il bilanciamento a mezzo di galleggianti del peso della massa rotante che a parità di portata e di prevalenza risulta maggiore che nel sistema a sollevamento verticale; cosicchè interessa quivi anche più di eliminare la pressione sul pernio inferiore dell'apparecchio. Perciò l'azione dei galleggianti lungo la vite dovrebbe essere proporzionata in modo da aver una prevalenza determinante una spinta dell'apparecchio dal basso all'alto. Nella parte inferiore soggetta a variazione di sommersione vi potrebbe essere un galleggiante di compensazione da rendersi attivo automaticamente mediante leve a scatto operanti sui suoi perni coll'abbassarsi del livello dell'acqua. L'apparecchio qui indicato della vite di Archimede consociata ad un timpano di Vitruvio potrebbe in alcuni casi prestarsi vantaggiosamente anche ad un'applicazione inversa e cioè come motore per l'utilizzazione di un salto d'acqua con piccola portata, potendo fruire integralmente di tutta la caduta anche quando fosse molto variabile l'altezza del pelo d'acqua a monte ed a valle della stessa.

Per il computo della resistenza alla rotazione dei galleggianti dovuta allo slittamento della loro superficie di contatto dell'acqua oltre quella dell'attrito volvente dei loro cerchioni di contatto colla vite di sollevamento, trattandosi di velocità non rilevanti, potrebbe valere la formola di Darcy coi coefficienti ammessi pei tubi perfettamente lisci, tenuto conto che trattasi di corpi che dovrebbero essere torniti sul loro asse di rotazione. Invece per quella del galleggiante negli apparecchi a sollevamento verticale ritiensi che detta formola darebbe risultati superiori al vero verificandosi anche nell'acqua involvente un notevole movimento rotatorio con tendenza centrifuga che deve contribuire ad attenuare la resistenza allo slittamento della superficie del galleggiante.

Si fa qui una breve disgressione dall'argomento per accennare alla convenienza che vi potrebbe essere dell'introduzione di galleggianti in taluni meccanismi a compensazione del peso di masse in movimento quando questo è notevolissimo. Così per esempio il tipo indicato per l'idrovora a motore elettrico potrebbe forse

trovare un'utile applicazione a turbine di notevole grandezza portanti sugli stessi loro alberi verticali gli alternatori che si renderebbero allora accessibili comodamente per le verifiche sull'intero loro perimetro a mezzo di gallerie formanti un piano di ammezzato della sala delle turbine. L'intero sistema in movimento non dovrebbe, mercè il galleggiante, esercitare alcuna pressione sul pernio inferiore e dar luogo invece ad una piccola spinta sul pernio superiore, sempre verificabile a mezzo di leve. In questo caso la resistenza passiva che potrebbe presentare la rotazione del galleggiante nello slittamento della sua superficie in contatto dell'acqua, dovrebbe risultare in proporzione del peso da compensare molto minore che non in quello dell'indicata idrovora centrifuga, trattandosi di velocità angolari assai più piccole ed in generale di poco superiori ai cento giri al minuto.

Anche nelle rotazione ad asse orizzontale delle grandi masse dovrebbe tornare vantaggiosa la compensazione del peso a mezzo di galleggianti a tamburo sommerso, come si è indicato per la vite di sollevamento dell'acqua, ovvero innestato sull'albero stesso di rotazione della massa da contrappesare ed immerso allora a meno della metà. Un'applicazione speciale a questo proposito potrebbe interessare per l'apposizione di colossali ventilabri bilanciati di sicurezza negli emissari dei grandi canali di scolo allo scopo di evitare il pericolo di un movimento di rigurgito in caso di piena improvvisa del corso d'acqua di confluenza per lo scarico. In condizioni normali il ventilabro dovrebbe restare completamente sollevato e la sua messa in funzione dovrebbe essere determinata dall'azione di galleggianti quando l'altezza dell'acqua in canale avesse raggiunto il prefisso livello di guardia. Quel funzionamento diverrebbe sensibilissimo da evitare la possibilità di regresso dell'acqua senza ostacolarne menomamente il deflùsso, qualora il notevolissimo peso di tale ventilabro venisse compensato da galleggianti in vasche laterali fissi sul suo stesso albero d'oscillazione. Il personale di custodia avrebbe allora agio in caso di piena, d'attendere senza precipitazione all'abbassamento dell'ordinario sistema di chiusura che richiede un tempo notevole pel modo con cui viene costituito e come del resto si dovrebbe pure costituire il ventilabro per l'eventualità che un insabbiamento all'esterno venisse ad ostacolare il suo rialzamento al cessare della piena.

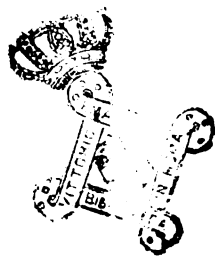
Riprendendo ora l'argomento dell'elevazione dell'acqua del sottosuolo con motori idraulici credesi utile accennare alla conve-

nienza che può verificarsi di tali impianti anche presso opifici idraulici esistenti lungo corsi d'acqua importanti, ma di portata molto variabile, quando i motori ivi istallati non utilizzano la depressione di livello che si produce nel pelo d'acqua in canale a valle della diga nei periodi di magra. La piccola forza motrice ricavabile da quel supplemento di caduta potrebbe essere sufficiente ad azionare l'idrovora di una serie di fontanili disposta nel modi suaccennati e colle stesse cautele. In questo caso il salto d'acqua risultante disponibile sarebbe in funzione inversa della portata e converrebbe determinare la condizione media corrispondente al maggior effetto utile in relazione anche alle vicende presumibili agricole ed alla prevalenza media d'elevazione dell'acqua per modellare su quelle condizioni medie di portata, di salto e di resistenza da superare la costruzione del motore.

Impianti di questo genere ed in grandi proporzioni possono funzionare su canali e fiumi di notevole portata durante i periodi di magra, quando esiste in essi, o vi si può creare un piccolo salto a mezzo di diga di sbarramento che a portata normale rimane appena marcato a fior d'acqua da una lieve ondulazione, mentre durante le magre può raggiungere l'altezza di qualche metro. Dagli estesi sedimenti ghiaiosi generalmente sottostanti agli alvei di questi corsi d'acqua, si potrebbero certamente ottenere copiose derivazioni utilizzabili su di un lungo percorso largamente nella produzione di forza motrice prima di servire per l'irrigazione.

Al tema dello sfruttamento dell'acqua del sottosuolo potrebbe non rimanere estraneo anche il progetto pel grande canale di navigazione Milano-Lodi-Cremona. L'intento sembra con esso conseguibile mediante l'escavazione alla sua origine nella bassa zona suburbana di Milano di gallerie filtranti lungo il suo alveo e quello dei navigli di Abbiategrasso e di Pavia a conveniente profondità per derivare l'acqua abbondantissima di quel sottosuolo. Tali gallerie dovrebbero far corpo pel loro scarico nel canale ad una conca destinata pure a moderare secondo il bisogno lo sfruttamento di quel deposito d'acqua. La destinazione di queste dovrebbe essere per le irrigazioni nel territorio inferiore del circondario di Lodi, dopo aver servito per la navigazione ed alla produzione di forza motrice e vi sarebbe pure da tener conto degli eventuali impinguamenti lungo il percorso, potendo così questo canale funzionare nel tratto superiore anche come collettore.

Quanto più fonda sarà l'escavazione, tanto maggiore e più costante sarà la quantità d'acqua derivabile dal sottosuolo, da soddisfarè esuberantemente al bisogno di portata per la navigazione anche senza alcuna derivazione dal naviglio di Abbiategrasso. La maggior spesa derivante da una più profonda escavazione che verrebbe ad occorrere pel primo e lungo tronco del canale potrebbe essere compensata in parte dal minore dispendio per le opere d'attraversamento dei numerosi corsi d'acqua esistenti potendosi questo effettuare, raggruppandoli, a mezzo di ponti canali invece di ricorrere per ognuno di essi alla costruzione di tombe a sifone più costose, facili ad ostruirsi e di difficile espurgo. Altro compenso si conseguirebbe col risparmio su quel tratto di canale del rivestimento dell'alveo in cemento; giacchè si avrebbe da esso a ripromettere un aumento di portata per successive sorgive d'acqua del sottosuolo invece che a temere disperdimenti.

Nel chiudere la presente memoria si fa riserva d'accennare in una prossima successiva, a proposito di questo canale, al suo collegamento coi navigli di Abbiategrasso e di Pavia coordinato a considerazioni riguardanti lo sviluppo edilizio in quella importante, benchè umile e vetusta borgata di Milano.

La colonna torta

Ing. Ugo Monneret de Villard

(Continuaz. e fine, vedi N. 24 del 1910)

La transizione fra la colonna ad asse e quella a decorazione elicoidale può trovarsi in un tipo di colonnina decorativa romana in cui il tortiglione decorativo è tanto grosso da raggiungere quasi il diametro della colonna: esempi se ne conservano al Museo lapidario di Nîmes proveniente dal Ninfeo detto *tempio di Diana* (1), al Museo nazionale romano proveniente dal museo del Palatino (2), e un pezzo del motivo decorativo e terminale fu scoperto negli scavi di Roma presso Montecitorio (3). Tali colonne erano terminate da un gruppo di due carciofi, ricordanti le *pigne* ed il carciofo di Aix-les-Chapelle a cui lo Strzygowski attribuisce la funzione di *Wasserspeier* (4). Ed invero gli esemplari citati provenivano da ninfei, come quello di Nîmes o facevano parte di una decorazione di giardino come gli esemplari di Roma.

Veniamo ora alla figurazione della colonna torte su stele o

---

(1) Augusto Pelet, *Essai sur le nynphée de Nîmes*, in *Mémoires de l'Academie de Nîmes*, 1851-1852, pag. 129; Chapot, op. cit., pag. 133-134.

(2) N. d'inventario 507. È riprodotto in *Notizie degli scavi*, 1909, fasc. I, fig. 5.

(3) Cfr. *Notizie degli scavi*, 1909, fasc. I, pag. 11, fig. 4.

(4) *Der Dom zu Aachen*, Lipsia, 1904, pag. 16 seg. e *Die Pinienzapfen als Wasserspeier*, in *Mitth. d. d. Arch. Inst. Röm. Abt.*, 1903.

sarcofagi od altri oggetti, e già l'arte romana per la prima ne fa largo uso: alla necropoli di Chiusi un cippo etrusco ha gli angoli adorni di colonnine tortili (1) e a Roma se ne riscontrano alla metà del primo secolo dopo Cristo con l'esempio del cippo di L. Volusius Diodorus (2). Dell'epoche seguenti un numero grandissimo ne indica il repertorio dell'Altmann (3) sopratutto in Roma: alcuni ne furono trovati in Africa (4), altri pochi in Ungheria (5), a Magonza (6), o a Milano (7), e a Modena (8).

L'arte copta usa largamente della decorazione con colonne tortili (9) mentre l'arte tolomaica non ne impiega affatto. E qui conviene notare che il motivo si trova riprodotto in molti avori cristiani dei secoli IV-VI di provenienza o eseguiti sotto l'influenza ellenistica delle maestranze alessandrine. Tale è l'avorio Barberini, la cassetta eburnea del Museo cristiano di Brescia, la pisside di Berlino. Ancora più diffuso è negli avori di stile orientale, la cattedra di Massimiano e la copertura d'evangelario detto di Murano al museo di Ravenna. Molti altri avori recano figurato il medesimo motivo architettonico: due dei musei vaticani (10) pagani

---

(1) J. Durm, *Die Baukunst der Etrusker*, Darmstadt, 1885, pag. 89, fig. 84, n. 3.

(2) Benndorf und Schoene, *Die antiken Bildwerke des lateranensichen Museums*, pag. 89, n. 149.

(3) *Die römischen Grabaltäre der Kaiserzeit*, Berlino, 1905.

(4) A Berlino: *Beschreib. der Antiken Sculpturen*, 1891, n. 842 (C. I. L., VIII, 793); Museo Alaoui: *Catalogue*, pag. 73, n. 873; *Clarac de poche*, pag. 55, C. I. L., VIII, 8308; J. Toutain, *Mélanges de Rome*, 1892, tav. II, 8.

(5) Weisshaeupl, *Oest. Jahreshef*, 1900, *Beiblatt.*, col. 189, fig. 31; J. Ornstein, id., 1903, *Beiblatt.*, col. 118, fig. 39; Desjardins, *Nonum. épigraf. du Musée national hongrois*, Budapest, 1873, n. 172, tav. XXIX; n. 204, tav. XXXIII.

(6) Koepp, *Die Römer in Deutschland*, Bielefeld, 1905, pag. 123, fig. 116.

(7) Al Museo Archeologico, Sala 1.ª, n. 81.

(8) Venturi, *Storia* cit., fig. 45 e 46.

(9) Strzygowski, *Kopt. Kunst*, tav. XI-XII, nn. 7060 seg.; tav. XX, n. 8945 fig. 263, n. 8665; Crum, *Coptic monum.*, tav. XLIX, n. 8684; tav. XXXII, n. 8586; tav. XLVI, n. 8667 e 8672; tav. LII, n. 8695; tav. XXXIII, nn. 8588, 8589; tav. LVII, n. 8724; tav. XXXVI, n. 8616; tav. XXXVIII, n. 8619; si veda inoltre la pisside di S. Menas al *British Museum;* Pilastro di legno proveniente da Baouit (VII-VIII sec.) in Muñoz, *Arte Copta, Riv. d'Italia*, 1905, p. 842, 1.° sem.

(10) Kanzler, *Gli avori dei Musei profano e sacro della Bibl. Vat.*, Roma, 1903, tav. VII, n. 11; tav. IX, n. 8.

e due cristiani (1), il dittico amatorio del museo di Brescia, il dittico detto di Galla Placidia e quello del Poeta e della Musa della cattedrale di Monza, il dittico del Duomo di Milano, la teca di Sion, la pisside di Nocera Umbra al museo delle Terme in Roma, la tavola di Bologna (2), il dittico di L. Severo Patrono di Ostia (3), il dittico di Cremona e molti altri. Anche altri piccoli oggetti di diversa materia recano figure di edicole rette da colonne tortili, così il vetro trovato ad Ostia (4) e la lucerna con le figure di Iside, Serapide ed Arpocrate (5). Inoltre esse figurano sul mosaico scavato in Como, ora al museo, di evidente tradizione alessandrina, nella capsella argentea di S. Nazzaro a Milano (6) e nella capsella di Brivio (7). Non dobbiamo dimenticare che queste opere per la maggior parte raffigurano, ove appaiono le colonne tortili, delle forme architettoniche, nicchie a conchiglia, archi direttamente appoggiati sui capitelli, e delle forme decorative caratteristiche dell'architettura imperiale d'oriente. Il che è sempre più a conferma del luogo d'origine della colonna tortile.

E prima di passare ai sarcofagi è il caso di ricordare i cippi di uno speciale tipo messi in evidenza dall'Hofmann (8) di cui gli elementi specifici sono la raffigurazione di una porta di tomba, colonne spirali e un registro ove figura il defunto armato. Dei sei monumenti citati, tre (9) si riferiscono a morte dell'Asia Minore, dove forse si deve mettere il centro d'irradiazione del motivo: il motivo delle porte di tomba è d'antichissima origine frigia.

E veniamo infine ai sarcofagi: qui il problema si riconnette con un altro che ha negli ultimi anni fortemente appassionato gli studiosi, quello cioè dei sarcofagi detti del tipo d'Asia Minore, sollevato dallo Strzygowski (10) e che già ha una ricca lettera-

---

(1) Kanzler, op. cit., tav. II e tav. XI.

(2) Vedi la riproduzione di questi sette monumenti in Venturi, *Storia*, vol. I, pag. 359, 390, 392, 426, 401, 447, 427.

(3) *Notizie degli Scavi*, 1910, 114.

(4) *Notizie degli Scavi*, 1909, 209.

(5) *Notizie degli Scavi*, 1909, 119.

(6) Venturi, *Storia*, I, fig. 445-449.

(7) Idem, fig. 450.

(8) Harald Hofmann, *Römische Militärgrabsteine der Donauländer*, in *Sonderschriften der österr., Arch. Inst. in Wien*, V, 1905, pag. 54 seg.

(9) Id., pag. 55-58, fig. 36-39 e 61, C. I. L., 2014, 2709, 2710, 9726, 9737, 13976. *Bull. di Arch. e storia dalm.*, 1903, pag. 130.

(10) In *Orient oder Rom.*, pag. 40 seg.

tura (1). Ormai si conosce quasi una ventina di esemplari di tale tipo di sarcofagi (2), che sono contraddistinti da una ricca decorazione architettonica con archivolti racchiudenti nicchie a conchiglie o timpani, retti da colonne corinzie scanalate ad elica e con interposto fra il capitello e l'archivolto una specie di pulvino, un'imposta a profilo convesso, che, come dice il Muñoz, si presenta divisa in due registri che hanno rispettivamente per motivo centrale un ovolo ed un tridente. Le foglie e gli acanti che riempiono il capitello sono eseguiti col trapano. Mentre le figure che li ornano si riattaccano alla tradizione antica, le architetture sono eseguite con la più schietta tecnica orientale e le decorazioni, incise nella pietra più che modellate, trapanate e non scolpite, con un rilievo piatto che ha per scopo i rudi contrasti di nero e bianco, si riallacciano alle forme di Antiochia e di Mchatta.

Dobbiamo ricordare che un motivo di nicchie rette da colonne a spirale si trova già accennata nella decorazione di due architravi siriaci, a Qennaonat e Kharbet-el-Beida a Safa (3).

---

(1) Si veda principlamente: D. V. AJNALOV, *I fondamenti ellenistici dell'arte bizantina*, Pietrob., 1900; CHAPOT, *La colonne torse*, p. 106; MENDEL, in *Bulletin de Corr. Hellenique*, 1902, p. 234-246; E. MICHON, *Sarcophage du type d'Asie Mineure*, in *Mélanges d'Archéologie ed d'histoire*, 1906, p. 79-89; MICHON, in *Byzantinische Zeitschrift*, 1906, p. 419; MILLIN, in *Bulletin de Corréspond. Hellenique*, 1902, p. 243-246; A. MUÑOZ, in *N. Bollettino di Archeologia Cristiana*, 1905, 1906, 1907; MUÑOZ, in *L'Arte*, 1906; A. MUÑOZ, *Studi d'Arte medioevale*, Roma, Modes. 1909, p. 77-79; DIEHL, *Manuel d'art byzantin*, pag. 96 seg.; TH. REINACH, *Le sarcophage de Sidamara*, in *Monum. Piot*, vol. IX, 1902; ROBERT, in *Journal of Hellen. Stud.*, 1900, p. 98; STRZYGOWSKI, *Das Petrus Relief aus Kleinasien in Berlin*, in *Jahrb. Preus. Kunstsam*, 1901; idem, *A Sarcophage of the Sidamara type*, in *Journ. of. hell. Stud.*, 1907; id. *Byzant. Zeitschr.*, X, p. 126; ALTMANN, *Architektur und Ornamentik der Antiken Sarcoph.*, Berlino, 1905; WILPERT, *Römische Quartalschift*, 1907, pag. 115; RAMSAY, in *Revue des études anciennes*, 1901; E. SARRE, *Arch. Epig. Mittheilungen aus Oesterr.*, 1896, pag. 47.

(2) Secondo l'elenco datone da A. MUÑOZ in *L'Arte*, 1906, p. 130: 1.° a Berlino proveniente da Costantinopoli, il solo cristiano della serie; 2.° Museo di Cpli, da Sidamara; 3.° Museo di Konia; 4.° a Nicea; 5.° Museo di Brussa; 6.° a Costantinopoli da Seletkieh; 7.° a Costantinopoli da Ismdt; 8.° frammento ad Uskeles; 9.° tre framm. al Museo Centrale di Atene; 10.° due frammenti al Museo centrale di Atene; 11.° Frammento al Ginnasio turco di Smirne; 12.° Frammento in coll. priv. a Smirne; 13.° due framm. al Louvre, da Roma; 14.° due frammenti al Louvre da Denizli; 15.° un frammento al Louvre, da Denizli; 16.° un frammento al Louvre, da Sardes; 17.° Britisch Mus. proveniente da Roma; 18.° Palazzo Riccardi a Firenze; 19.° Roma, Museo Vaticano; 20.° Roma, Villa Colonna. Bisogna aggiungere 21.° quello della coll. Cook a Richmond.

(3) VOGÜÉ, *Syrie Centr.*, tav. XX e XXIV.

La tesi dello Strzygowski sull'origine anatolica dei sarcofagi indicati si può oggi ritenere dimostrata: meno facile è lo stabilire l'epoca della loro esecuzione ed indicarli prototipi di un tipo che si diffonde per tutto l'impero. Se al gruppo anatolico noi possiamo riattaccare vari sarcofagi romani, quello già alla villa Ludovisi (1), quello della necropoli di Concordia (2), quello di Melfi, della Collezione Montferrand a Pietroburgo, e quello della villa Mattei (3) così caratteristicamente orientale coi suoi archi a semicerchio oltrepassato, una figliazione degli uni dagli altri ed una prova dell'influenza anatolica non dobbiamo certo ricercarla nella qualità del marmo, giacchè sarebbe difficile ammettere che lavori tanto grevi venissero trasportati già finiti a Roma dalle lontane provincie d'oriente, ma piuttosto, come fa il Muñoz (4), nella presenza in Roma d'artisti orientali.

Il tipo del sarcofago a colonne non fu creato all'epoca degli Antonini come vorrebbe l'Altmann (5), giacchè se ne hanno esempi più antichi (6), ma solamente diffuso: sarcofagi romani con colonne scanalate a spirale, senza pulvino e con le faccie divise da arcate si trovano al Museo delle Terme (7), a Villa Albani, a Villa Borghese (8), al Museo Torlonia alla Lungara (9), al Museo Vaticano in Belvedere (10). I sarcofagi cristiani li imitano (11) non in Roma soltanto, ma in tutte le provincie dell'Impero che si trovano esempi di decorazione con colonne tortili ad Arles (12), a Clieveden (13), a

1) GARRUCCI, V, tav. 362, 2.

) GARRUCCI, V, tav. 362, 1.

3) RIVOIRA, op. cit., fig. 362; RIEGL, *Die spätromiche Kunstindustrie*, fig. 16.

(4) *Studi d'Arte Medioevale*, pag. 78-79. Provenivano sopratutto da Afrodisia di Caria, da Efeso e da Bitinia. Una emigrazione d'artisti è anche ammessa da MICHON, *Mélanges*, cit., p. 80.

(5) *Architektur und ornamentik*, pag. 52 seg.

) ROBERT, *Die Antiken sarkophag. Reliefs*, Berlino, 1897, III, p. I, tav. XL e pag. 151-155.

(7) *Mitth. d. K. deutsch arch. Inst. Roms.*, 1900, p. 324.

(8) ROBERT, op. cit., XXXVIII, 127, 127 *a*.

(9) ROBERT, op. cit., tav. 126.

10) ROBERT, op. cit., tav. XXXIX, 129, 130. Un frammento con colonne scanalate venne in luce negli scavi d'Ostia. Ved. *Notizie degli Scavi*, 1910, 17.

(11) GARRUCCI, V, tav. 317, 319-321, 329, 335, 338, 340, 346, 353, 361. In S. Pietro i due di Giugno Basso e di Anicio Probo.

12) GARRUCCI, V, tav. 361, 2; LE BLANT, tav. XXI, pag. 41 seg.

13) ROBERT, *Roman Sarcoph. at Clieveden*, *Journal of Hell. Stud.*, 1900, pag. 98, tav. XI *b*.

Tarragona (1), in Algeria a Tipasa (2) come a Spalato (3), a Sa- nella Siria (4), a Baàbda sul Libano (5) come a Ravenna (6) a Padova (7) e a Milano (8): si direbbe anzi che a Ravenna il tipo abbia incontrato uno speciale favore, sì che si perpetua per secoli sino a che costruendosi il baldacchino di S. Eleucadio, lo si sorresse con quattro colonne tortili. Non citiamo maggior numero di esempi chè sarebbe troppo facile e non illuminerebbe meglio il problema che a noi interessa, quella del luogo d'origine della colonna tortile.

All'epoca palso cristiana appartengono alcune colonne tortili di edifici romani: quella della cripta di S. Clemente (9), quelle della cripta pontificale nel cimitero di Callisto (10), di S. Lorenzo fuori le Mura, di S. Agnese e dei SS. Apostoli.

Questi sono i fatti che brevemente abbiamo voluto riassumere prima di intraprendere la sintesi del problema. Il quale si presenta tutt'altro che facile giacchè gli esempi stanno sia per l'una sia per l'altra tesi, parte per l'origine orientale del motivo della colonna tortile e parte contro. Se una preponderanza si può osservare, questa è in favore dell'oriente; abbondanza del tipo nelle

---

(1) FICKER, *Röm. Mitt.*, 1889, p. 77: PUIG Y GADAFALCH, A. DE FALQUERA, J. GODAY, *L'arquitectura romanica a Catalunya*, Barcellona, 1909, I.

(2) GSELL, *Mélanges de Rome*, 1894, tav. VI.

(3) *Bull. di Arch. e Storia dalmata*, 1905, tav. II e III; VENTURI, vol. I, fig. 178; L. JELIC, *Das Coemeterium von Monastirine zu Salona*, in *Römische Quartalschrift*, 1891.

(4) Bruxelles, Museo del Cinquantenario. Cfr, CLERMONT-GANNEAU, *Album d'Archéologie orientale*, tav. L.

(5) A. JOUBIN, *Musée imp. ottoman. Mon. funéraires, Cat. somm.*, Costantinopoli, 1898, p. 22, n. 6. Reca la figurazione di una edicola sorretta da colonne tortili.

(6) Sui sarcofagi ravennati si veda principalmente: GOLDMANN, *Die Ravennatischen Sarkofage*, Strasburgo, 1906 e DÜTSCHKE, *Ravennatische Studien*, Lipsia, 1909. Diamo la lista dei principali esempi ravennati di tale motivo:

S. Apollinare in Classe: Arca di Giovanni V (725-752); Arca con croci e palme sotto edicole staccate; Altare; Baldacchino S. Eleucadio sec. IX.

S. Maria in Porto fuori. Urna di Pietro degli Onesti.

S. Francesco. Arca di S. Liberio; altra arca del sec. IV.

Duomo. Urna di S. Rinaldo; Urna di S. Esuperanzio.

Mausoleo di Galla Placidia. Urna detta di Costanzo.

S. Vitale. Urna dell'esarca Isaaccio.

Padova, S. Antonio. Urna della famiglia Bebi, in VENTURI, I, fig. 208.

(8) Sarcofago nella cappella di S. Aquilino in S. Lorenzo.

(9) DE ROSSI, *Bullett. di Arch. crist.*, 1870, tav. X.

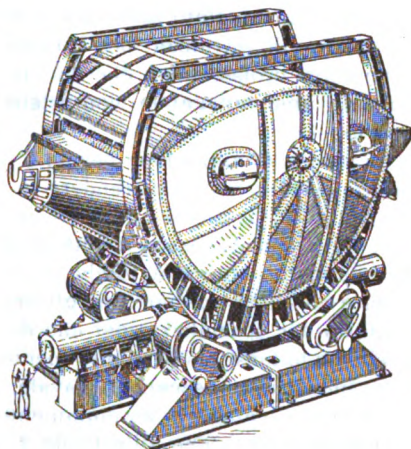
(10) DE ROSSI, *Roma sotterranea*, II, tav. I.

figurazioni numismatiche, sui sarcofagi d'Asia Minore, sulle stele copte, numerosi frammenti ancora ritrovati *in situ*, perpetuarsi del motivo nell'architettura cristiana siriaca, ed altri molti fatti che siamo andati via via citando lo provano. Per di più l'insieme degli elementi qui raccolti genera nello studioso un'intima convinzione induttiva, forte quasi quanto quella che s'appoggia su fatti specifici, corroborata anche dal concetto che il motivo della colonna tortile così spiccatamente pittoresco entra a far parte di quel patrimonio di forme decorative che dal mondo ellenistico specialmente alessandrino è venuto a ravvivare l'arte romana. Certo il motivo diventa d'uso universale quando le influenze d'oriente sono già forti nell'arte imperiale e la leggenda dell'origine salomonica della colonna Santa nasconde forse la verità di una provenienza orientale.

Senza che i fatti ci autorizzino ad una certezza e ci conducano con rigidità scientifica alla soluzione del problema, pure tutti gli indizi tendono a fortificare il pensiero che il motivo essenzialmente decorativo della colonna torta e quello della colonna vitinea sia sorto e si sia sviluppato nell'ambiente artistico d'oriente, ove le rigide forme classiche al contatto coll'esuberante fantasia decorativa tradizionale in quelle popolazioni, hanno subite modificazioni e deformazioni, diventando forse meno logiche e meno classicamente corrette, ma acquistando nell'esuberanza delle forme ornamentali un nuovo sapore di ricchezza fantastica. È al barocco dell'arte romana, se così si può dire, rappresentato dalle produzioni delle provincie orientali, che noi dobbiamo la diffusione del motivo nei primi secoli dell'èra volgare, quel motivo che l'arte barocca secentesca doveva riprendere con tanto amore.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Una mescolatrice per ghise della capacità di 600 tonn. (1)

Un mescolatore per ghise di dimensioni colossali è installato nelle officine della Tennensee Coal Iron and Railroad Co in Ensley (Ala) appartenenti alla *United States Steel Corporation*, ed è certamente il più grande che si abbia in America. Ha un'altezza di 10 m., una larghezza di m. 7,60 ed una lunghezza di 13 m.; è azionato mediante un cilindro a pressione idraulica del diametro di 725 mm. ed una corsa di 2900 mm. e poggia su quattro sopporti speciali ognuno con due rulli accoppiati aventi diametri di 1070 mm. Il peso proprio del mescolatore è di 362° tonnellate.

Mentre in America non si costruiscono mescolatrici di dimensioni maggiori a quella descritta, in Europa si hanno diversi esempi di mescolatrici di 750 ed anche di 1000 tonnellate.

L'ordinamento dell'Albo Giudiziario degli ingegneri, architetti e dei periti agronomi (2).

Onorevoli colleghi! — Chiamati ad esaminare il disegno di legge sull'ordinamento dell'albo giudiziario degli ingegneri, architetti e dei periti agronomi noi abbiamo preso in attenta disanima la relazione e gli articoli proposti dal Governo per questa legge che ha per principale finalità quella sovratutto di tutelare un pubblico interesse e l'incolumità dei cittadini. Al-

---

(1) *The Iron and Trade Review.*
(2) Relazione dell'On. Ing. Prof. MONTÙ

l'uopo non abbiamo mancato di riesaminare tutti i precedenti della vessata questione che agitasi nella società e nei congressi degli ingegneri dal 1886 in poi, non abbiamo omesso di rievocare tutti i précedenti parlamentari al riguardo cominciando da interpellanze e interrogazioni, nonchè dalla proposta di legge fatta dall'Onorevole De Seta nel 1904, tutte le modificazioni e gli emendamenti apportati dalle discussioni e negli uffici e nelle pubbliche sedute del 1907. Non è inutile ricordare qui la benemerenza dell'Onorevole De Seta che si fece promotore di una tale iniziativa parlamentare, epperò non si può tacere come quel primitivo progetto provocasse penosi e lunghi dibattiti in seno ai Collegi degli stessi professionisti che la legge voleva tutelare. L'attuale disegno di legge presentato dal ministro Fani tien conto di tutte quelle che furono le giustificate osservazioni ai precedenti progetti e in un tutto armonico e serenamente oggettivo contempera con le misure di garanzia per i laureati, opportune norme transitorie per benemeriti professionisti che da un lungo e diuturno lavoro hanno acquistato una innegabile competenza tecnico-pratica nei lavori di ingegneria.

La vostra Commissione pertanto vi propone alcune lievi modificazioni informate al concetto di rendere la legge di effettiva applicazione ed utilità pratica; così in attesa che sieno istituite nel Regno scuole superiori di architettura con esclusiva facoltà di abilitazione alla professione di architetto, noi riputiamo conveniente che invece di due si stabiliscano tre albi giudiziari e cioè uno speciale per gli architetti i quali, e ora e in avvenire, sovratutto per specializzazioni che dovranno estendersi e generalizzarsi negli studi e adottarsi per il conferimento di particolari lauree in ingegneria civile, industriale meccanica, navale, elettrotecnica, chimica, e costituiranno sempre una categoria assolutamente singolare di laureati. Gli è apppunto in questo intento che all'articolo 2 invece di conservare le vecchie denominazioni delle scuole degli ingegneri si è adottata quella degli Istituti superiori contemplati dalla tabella *A* della legge 19 luglio 1909, n. 496, onde permettere che anche gli ingegneri navali — che tanta e si larga parte devono a buon diritto avere nella applicazione della professione in Italia — possano iscriversi nell'albo ingegneri.

Discussione lunghissima ed interessante avvenne sulla dizione e conseguente interpretazione dell'articolo 6 e poichè unanimemente si riconobbe che effettivamente, sovratutto nei piccoli Comuni, spesso vi sono lavori i quali richiedono per la loro esecuzione soltanto cognizioni tecnico-pratiche di esperienza acquistata in lavori analoghi, che assolutamente non interessano l'incolumità delle persone e che quindi molto più economicamente e più sollecitamente possono essere diretti ed eseguiti da persone cui è sufficiente la competenza della pratica acquisita, così si è adottata la nuova dizione con che la vostra Commissione ha voluto affermare che se per costruzioni od incarichi importanti, come somma di lavori e di spese interessanti la pubblica incolumità e sicurezza e richiedenti cognizioni teorico-scientifiche quali soltanto possiede chi abbia seguito corsi regolari di studi superando i relativi esami, le pubbliche amministrazioni, gli enti morali e le autorità giudiziarie dovranno valersi dell'opera di persone munite del titolo e della laurea regolarmente conseguita nelle scuole, viceversa per i piccoli lavori per i quali tutti i predetti requisiti non si richiedono, possono

gli enti valersi dell'opera più modesta di professionisti anche non laureati.

Per ciò che ha tratto alle disposizioni transitorie, la vostra Commissione ha corretto a dieci anni la durata del lodevole esercizio della professione di ingegnere così come è concesso per gli architetti, e finalmente all'articolo 10 onde conseguire la massima garanzia e in riguardo dell'interesse pubblico e degli interessati, ha voluto che a pronunziare il giudizio per gli architetti sia competente un Istituto Superiore di Ingegneria coll'intervento di un rappresentante delle Accademie o Istituti di Belle Arti.

La vostra Commissione non ha per ultimo mancato di esaminare le già sancite disposizioni legali per ciò che concerne gli albi degli avvocati, dei procuratori, dei ragionieri, ecc. e avendo riscontrato che le disposizioni contenute nel presente disegno sono perfettamente analoghe a quelle, richiamando la vostra benevole attenzione sulla necessità che un tale disegno di legge venga il più presto possibile tradotto in legge per la tutela del titolo e della professione di ingegnere e per tutte le ragioni di pubblico interesse già più volte dette, raccomanda a voi l'approvazione del presente disegno di legge.

Disegno di legge della Commissione.

Art. 1. — Nel capoluogo di ogni provincia presso la Corte di Appello ed, in mancanza di questa, presso il Tribunale, sono istituiti tre albi, uno per gli ingegneri, l'altro per gli architetti ed il terzo per i periti agrimensori, con la specificazione del titolo in base al quale è fatta la inscrizione.

Art. 2. — Per essere inscritto nell'albo degli ingegneri od in quello degli architetti occorre dimostrare con legali documenti, oltre che di godere dei diritti civili, di essere munito rispettivamente del diploma di laurea di ingegnere o di architetto, rilasciato nel Regno da uno degli Istituti superiori contemplati dalla tabella *A* della legge 19 luglio 1909, n. 496; oppure di essere stato abilitato a quelle professioni, sia in conformità delle leggi vigenti in Italia, nelle varie epoche, sia per l'effetto di disposizioni governative speciali.

Art. 3. — *Identico.*

Art. 4. — Gli iscritti negli albi possono esercitare la loro professione in tutto il Regno.

Art. 5. — *Identico.*

Art. 6. — Gli incarichi che richiedono cognizioni non solo teorico-pratiche, ma altresì teorico-scientifiche o che interessano l'incolumità delle persone, debbono dalle pubbliche amministrazioni, dagli enti morali e dall'autorità giudiziaria essere affidati, rispettivamente a seconda della loro natura, ad ingegneri o architetti o periti agrimensori inscritti in uno degli albi del Regno nei limiti delle rispettive competenze. Però l'autorità giudiziaria potrà eccezionalmente con sentenza o decreto motivati, affidare incarichi a persone che, pur non essendo inscritte in alcun albo, abbiano notoria ed alta competenza speciale nella questione da risolvere.

Art. 7. — *Identico.*

Art. 8. — *Identico.*

Disposizioni transitorie.

Art. 9. — Potranno essere inscritti negli albi, di che gli articoli 2 e 3, coloro i quali entro sei mesi dalla pubblicazione del regolamento di che all'art. 8 dimostrino con titoli di avere esercitato lodevolmente per non meno di 10 anni le funzioni di quelle professioni e di avere cultura sufficiente per il rispettivo esercizio. Sui titoli presentati giudicherà una apposita Commissione, composta di un rappresentante per ciascuno di quelli fra gli Istituti superiori, di cui al precedente art. 2.

Art. 10. — Fino a che non siano istituite nel Regno scuole superiori di architettura con esclusiva facoltà di abilitazione alla professione di architetto, coloro che siano muniti del diploma di professore di disegno architettonico, rilasciato da attuali Accademie o Istituti di Belle Arti, potranno ottenere la inscrizione nell'albo relativo di che all'art. 2, se dimostrino di avere esercitata lodevolmente per non meno di 10 anni questa prefessione e di possedere sufficiente coltura tecnica l'uno e l'altro giudizio di uno tra gli istituti superiori di cui all'art. 2 coll'intervento di un rappresentante delle Accademie e Istituti di Belle Arti che rilasciano tale diploma.

Art. 11. — *Identico.*

Concorso.

Conforme alla deliberazione dell'Assemblea generale 8 dicembre corr. della Società d'Incoraggiamento in Padova, viene aperto il concorso al premio di lire **cinquemila** della Fondazione *Pezzini-Cavalletto* per una memoria sul seguente tema:

La organizzazione delle piccole industrie domestiche. Quale funzione economica e sociale possa esercitare; se si debba favorirne lo sviluppo e con quali mezzi.

Il concorso, a cui non possono partecipare che Italiani, rimane aperto a tutto 31 gennaio 1913, entro il quale termine le memorie dovranno essere trasmesse, franche di porto, alla Presidenza della Società d'Incoraggiamento nella sua sede in Padova.

Le memorie devono essere inedite.

Appena spirato il termine del concorso, il Comitato esecutivo elegge una Commissione composta di tre persone competenti che avranno l'incarico di esaminare le memorie presentate, e di decidere se e quale di esse sia degna del premio, che sarà in qualsiasi caso indivisibile.

Il giudizio della Commissione, risultante da relazione scritta, che si renderà pubblicamente nota, è inappellabile.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, *Gerente.*

***

Lo studio delle « Razze umane viventi » ha per necessario complemento quello degli « Animali viventi », così intimo è il nesso che unisce fra loro le diverse, molteplici specie degli esseri animati. Abbiamo pertanto pensato di fare opera di alto interesse offrendo alle persone di media coltura, insieme alla conoscenza dell'uomo, quella degli animali inferiori, e all'uopo ci siamo procurata una pubblicazione della letteratura inglese, essa pure notevolissima, fatta cogli stessi intendimenti di quella sulle « Razze umane », che costituisce la logica continuazione della prima ed esaurisce lo studio del più nobile fra i regni della natura.

Gli « Animali viventi » sono descritti col medesimo metodo adoperato per quanto concerne l'uomo la trattazione del testo è affidata a distinti specialisti, mentre si è dedicata altresì la massima cura alla riproduzione fotomeccanica dei diversi tipi. Non è chi non veda quanta importanza per le nostre cognizioni abbia la esatta rappresentazione degli esseri che formano oggetto del nostro studio.

Ora, mai come in questo libro, si è fatto tanto largo uso della fotografia per illustrare la vita delle diverse specie animali. Senza esagerazioni si può affermare che le fotografie che presentiamo, riprodotte, al lettore provengono da tutte le parti del mondo, dalle più remote isole dell'Oceano antartico, dalle grandi scogliere australiane, dalle alture della Nuova Zelanda, dalla Jungla indiana, dalle foreste dell'Africa meridionale, dai fiumi del la Columbia inglese.... Pesci natanti, uccelli librantisi a volo, grandi carnivori nello stato selvaggio saranno riprodotti colla massima accuratezza; nè saranno trascurate diligenti riproduzioni di animali viventi nello stato di domesticità.

***

L'opera che offriamo in veste italiana è la più recente e la più completa divulgazione dello stato delle nostre conoscenze nel campo del regno animale e siamo sicuri che il pubblico nostro vi farà buon viso compensando con la sua larga accoglienza i grandi sacrifizi che l'editore affronta nel pubblicarla.

Le **Razze Umane** *e gli* **Animali Viventi** *consteranno di quattro volumi in-4.° di complessive pagine 1500 circa, stampati su carta americana, riccamente illustrati da oltre 2000 figure tratte da originali, molte delle quali a pagina intera e da oltre 50 tavole a colori e carte geografiche.*

La pubblicazione sarà fatta a fascicoli di 24 pagine, la maggior parte dei quali conterrà una tavola a colori od una carta geografica; ognuna sarà conteggiata per otto pagine. Si pubblicheranno possibilmente due fascicoli al mese. — Prezzo di ogni fascicolo - Lire UNA.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 2 (*pag.* I-XVI *di pubb.*) 31 Gennaio 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.
Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

Brevetto italiano N. 271-218:

Procédé pour la fabrication de roeus dentées, volants, ecc.

Si desidera vendere questo brevetto o concedere delle licenze di esercizio.

Rivolgersi per trattative all'Ufficio di questo periodico sotto C. P.

Giovane Tecnico

specializzato nel ramo costruzioni edilizie avendo frequentato le scuole tecniche all'estero ed avendo pratica in fatto di costruzioni

cerca impiego

di preferenza in studio d'architetto o presso qualche importante impresa di costruzione. Modeste pretese.

Offerte sotto Z. U. 370, a

Rudolf Mosse

agenzia di pubblicità, Zurigo.

CAPITALE VERSATO L. 600.000

Sede in **MILANO**: Via Castelfidardo, 7

FILIALI:

GENOVA: Via Consolazione, 7 R
FIRENZE: Via Orivolo, 39
TORINO: Corso Oporto, 21

— SOCIETÀ ANONIMA — FORNITURE ELETTRICHE

Importazione e deposito di materiale elettrico

LAMPADE AD INCANDESCENZA - CONDUTTORI ISOLATORI IN PORCELLANA PER ALTO E BASSO POTENZIALE - VETRERIE COMUNI E DI LUSSO
CARBONI PER ARCHI

Lampade a filamento metallico
" Z " - Economia 75 % - **" Philips "**

RAPPRESENTANZE GENERALI PER L'ITALIA:

Istrumenti di misura / **Apparecchi per quadri** } Dr. P. MEYER A. G. - BERLINO

VENDITA ESCLUSIVA per TUTTA L'ITALIA
del materiale brevettato contro le frodi.

SECURITAS - Lampade-Portalampade-Commutatori - SECURITAS

VENDITA ESCLUSIVA PER L'ITALIA
DEI
Limitatori di corrente
brevetto " MAZZUCCONI "

Merce sempre pronta

PRIVATIVE INDUSTRIALI

del 27 gennaio 1908, 29 settembre 1908 N. Gen. 93903 Reg. Att. Vol. 273 N. 112, per
Perfectionnements apportés aux presses,
del 12 dicembre 1908, 3 novembre 1909 N. Gen. 99826 Reg. Att. Vol. 295 N. 35, per
Perfectionnements dans les machines à monter la chaussure sur la forme.

La Società titolare e proprietaria **UNITED SHOE MACHINEY COMPANY DE FRANCE** a *Parigi*, ne offre la vendita o Cessioni di licenze d'Esercizio.

Per informazioni rivolgersi all'*Ufficio Internazionale per Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica*
Ing. Eugenio G. B. Casetta
Via Mercanti, 16 - Torino.

SOCIETÀ EDITRICE LIBRARIA

R. KOCH - E. MACKENSEN - G. MEYER - R. RICHARD

STUDIO DEI PROGETTI.
INFLUENZA DELL'ESERCIZIO NELLA SCELTA DEL TRACCIATO.
LAVORI IN TERRA E IN ROCCIA.
CONDOTTA DEI LAVORI.

Un vol. in 8 con pagine 804 di testo illustrato da 75 incisioni e atlante di tavole 16, L. 30.—

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

IMPIANTO IDROELETTRICO MUNICIPALE DELLA CITTÀ DI ROVERETO (Trentino)

con Centrale al Ponale e con linea composta di cavi trifasi sotterranei, cavi monofasi sottolacuali, conduttori aerei

Ing. ALESSANDRO PANZARASA

(colle tavole 1 a 4)

CAPITOLO I.

Generalità.

La città di Rovereto, della quale è Podestà da oltre un ventennio l'on. Barone Valeriano Malfatti, quantunque conti poco più di 10,000 abitanti, da molti e molti anni segue un programma di molteplice attività civica. Senza parlare delle scuole elementari e popolari tutte in bellissimi fabbricati costruiti recentemente, alle quali scuole po-

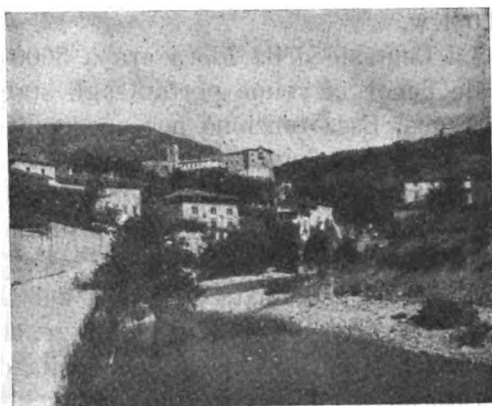



Fig. 1.

polari venne aggiunto sempre dal Comune un liceo femminile, il Municipio di Rovereto possiede la Cassa di Risparmio, iniziò da molto tempo la costruzione di case operaie il cui numero va aumentando tutti gli anni, possiede l'impianto di acqua potabile, quella del gas, diede vita ad una cucina economica frequentatissima dagli operai, sviluppò un piano regolatore della città for-

mando vie e filari di piante con case e ville a giardini, e da ultimo formulò un programma industriale inteso a dar vita a industrie varie non solo nella città, ma in tutti i Comuni della bella vallata che ad essa città fan capo, ed a facilitarne i mezzi di comunicazione promovendo la trazione elettrica della ferrovia Riva-Arco-Mori ed il prolungamento sino a Rovereto.

Per questo intento era necessario sussidiare le nuove industrie, e fornir loro energia a buon mercato costruendo una grande Centrale elettrica per luce, forza e trazione, il che fu risolto dal Comune usando prudentemente della sua Cassa di Risparmio. Attinse cioè da questa i capitali per i sussidi alle industrie e per la costruzione di un impianto elettrico, e destinò gli utili annui della Cassa di Risparmio a sopperire alle eventuali passività del primo periodo di funzionamento dell'azienda elettrica.

E siccome gli studi e la costruzione di una grande Centrale elettrica avrebbero senza dubbio richiesti molti anni, mentre a Rovereto premeva di sviluppare il più presto possibile la vita industriale della Città, così il Municipio avendo esuberante quantità di acqua potabile sotto pressione utilizzò questa sovrabbondanza costruendo verso il 1898, non appena cioè il programma sopra accennato venne accolto con entusiasmo dalla cittadinanza, una piccola Centrale in Rovereto detta della Flora, e della potenza di 150 Kw.

La Centrale della Flora era a 3000 Volt trifase, e dalla Centrale l'energia venne portata agli stabilimenti con conduttura sotterranea. Essa funzionò per quasi un decennio arrecando non indifferenti beneficî alla città.

Nel frattempo il Comune fece studiare dall'Ingegnere Civico di allora, Edoardo Gerosa, lo sfruttamento di varie energie idrauliche potenti.

La prima esaminata fu quella del Leno, torrente attraversante Rovereto, e poscia quella dell'Adige, che passa a poche centinaia di metri dalla città, ed infine quella del Ponale, distante da Rovereto circa 20 km. in linea retta.

Contemporaneamente vennero anche condotte trattative colla città di Trento per costruire assieme dapprima una Centrale sull'Avisio, e poscia una sul Sarca.

Non è qui il luogo di fare tutta la storia dettagliata dei molteplici studi e delle trattattive passate fra le due città Trentine, alle quali ebbe l'onore di portare il suo contributo lo scrivente per incarico delle stesse due città.

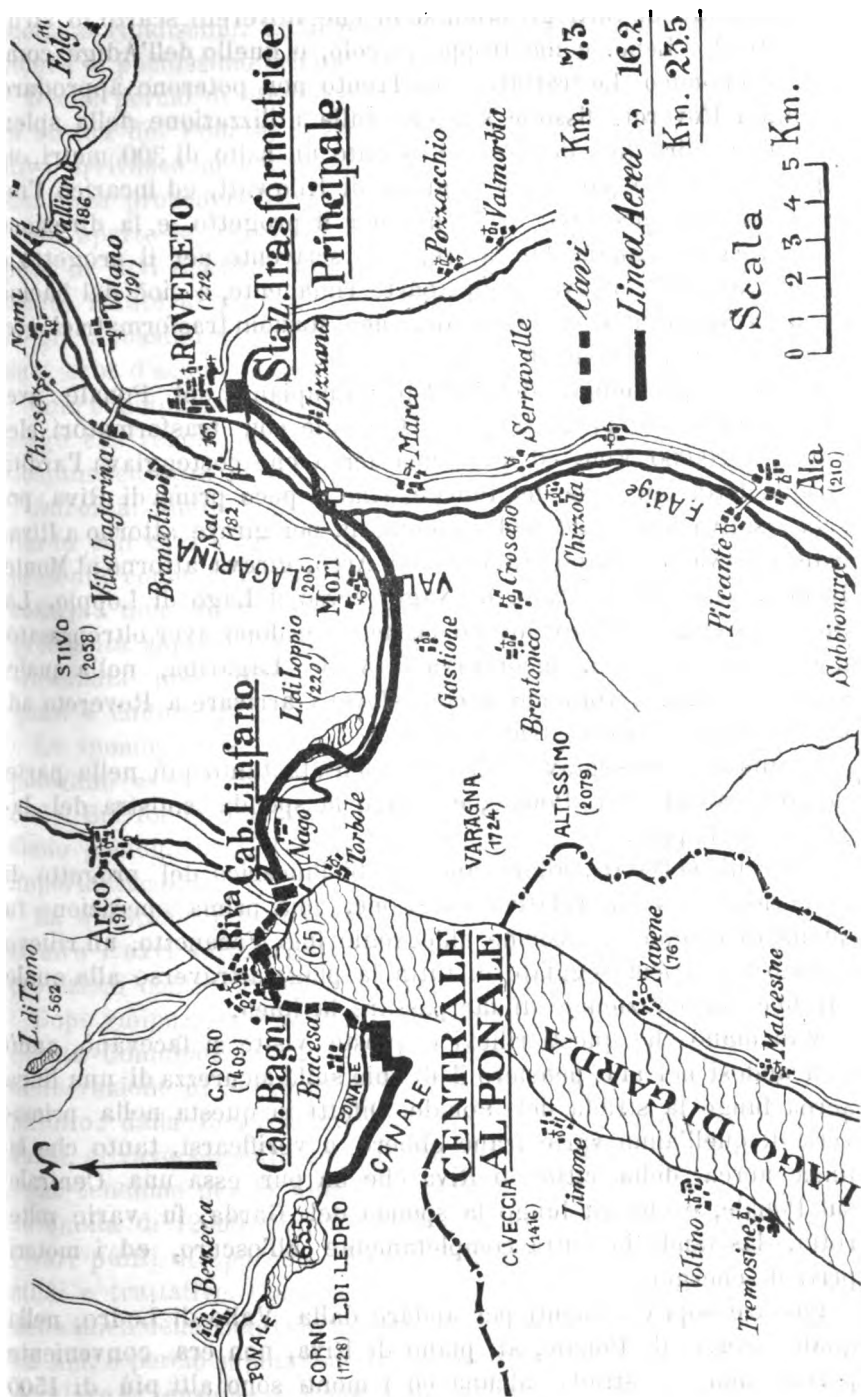



Fig. 2. — Situazione Generale.

Il risultato di tutti gli studi si fu che Rovereto scartò lo sfruttamento del Leno, come troppo piccolo, e quello dell'Adige come poco economico. Le trattative con Trento non poterono approdare, e quindi Rovereto fissò le sue idee sulla utilizzazione della splendida forza idraulica del Ponale, avente un salto di 300 metri, un lago serbatoio e parecchie migliaia di Kilowatt, ed incaricò l'ingegnere Domenico Oss di Trento per il progetto e la direzione dei lavori del canale derivatore, e lo scrivente per il progetto e la derivazione dei lavori della parte rimanente, e cioè del bacino di carico, della tubazione, centrale, linee, stazioni trasformatrici, ecc. e della organizzazione di tutta l'azienda.

Gli studi preliminari del 1902 per l'impianto del Ponale avevano condotto a progettare una Centrale con trasformatori elevatori a 20.000 Volt, ed una linea aerea che costeggiava l'ardita strada, detta pur essa del Ponale, sino a poco prima di Riva, poscia risaliva sulle falde della montagna per girare attorno a Riva, ridiscendeva nel piano tra Riva ed Arco, girava attorno al Monte Brione, risaliva al Passo di Nago verso il Lago di Loppio. La linea costeggiava quest'ultimo laghetto, e dopo aver oltrepassato il Comune di Mori, incontrava la Valle Lagarina, nella quale scorre l'Adige, e voltando a nord doveva arrivare a Rovereto ad una stazione trasformatrice primaria.

La linea si presentava molto accidentata tanto più nella parte lungo la strada del Ponale, e lungo la sponda sinistra del laghetto di Loppio.

Cosicchè nel 1904, allorquando ebbi l'incarico del progetto di esecuzione, e della relativa direzione, mia prima operazione fu quella di compiere, assieme all'egregio ing. Fasanotto, un rilievo miuuto e particolareggiato di tutta la plaga attraverso alla quale sarebbe stato razionale di far passare la linea.

Man mano che questi rilievi e queste visite si facevano, andò radicandosi nel mio pensiero il dubbio sulla sicurezza di una linea aerea lungo la strada del Ponale. Difatti in questa nella primavera di quell'anno varie frane ebbero a verificarsi, tanto che la linea aerea della città di Riva che ha pur essa una Centrale sul Ponale, e che va lungo la sponda del Garda, fu varie volte rotta, lasciando la città completamente all'oscuro, ed i motori privi di energia.

Passare sopra i monti per andare dalla Valle di Ledro, nella quale scorre il Ponale, al piano di Riva, non era conveniente perchè non v'è strada alcuna ed i monti sono alti più di 1500

metri e ripidissimi. La linea colà sarebbe stata costosa assai, poco sicura e pochissimo visitabile, tanto più nei rigori dell'inverno.

Decisi perciò di studiare una linea sotterranea da posarsi lungo la strada del Ponale, la quale dopo aver attraversato la città di Riva arrivasse ad una località da dove si potesse con abbastanza sicurezza procedere con una linea aerea.

Ma aperte le trattative con Riva, mentre essa permetteva la posa di cavi elettrici lungo la strada del Ponale, oppose un assoluto rifiuto al passaggio di cavi attraverso la città, allegando la già abbastanza fitta rete dei suoi cavi elettrici sotterranei, dei suoi tubi d'acqua potabile, ecc., ecc.

Com'è noto, nella Monarchia Austriaca non esiste ancora una legge che regoli il passaggio di linee elettriche e perciò ogni Comune ed ogni privato è arbitro assoluto del suo terreno.

Affrontai allora la soluzione dell'attraversamento del Lago di Garda con cavi sottolacuali. Invero è questa la soluzione che si presenta come attraente per chi si ferma a lungo a studiare la cosa, ma non era priva di difficoltà e di novità. Difatti il lago ha profondità sino di 300 metri ed è largo in corrispondenza alla traversata più diritta, e cioè dalla foce del Ponale a Torbole, quasi 4 chilometri.

Le sponde verso la parte del Ponale sono rocciose, ripide e vi potevano essere pericoli di abrasione dei cavi per effetto delle onde. Sul fondo del lago fui tranquillizzato completamente dall'esimio geologo prof. Torquato Taramelli, che del Garda fece studi importantissimi.

La questione più delicata era però costituita dal modo di costruire i cavi sottolacuali, dalle tensioni in esse ammissibili, dalle protezioni contro le scariche atmosferiche, ecc.

Dopo minuziosi studi ed esperienze, nel 4 maggio 1904, la Giunta Comunale di Rovereto, su mia formale proposta prese la deliberazione di adottare per la linea il tracciato del lago, cosi costituito: dalla Centrale alla riva del lago (Sperone), cavi sotterranei, attraversamento del lago con cavi monofasi, poi in linea area.

La tensione per la quale si nutrì maggior fiducia di riuscita fu quella di 12000 Volt tra fase e fase. Solo si lasciarono indecisi i vari punti di approdo, rimandandosene la scelta dopo ulteriori studi e trattative. Colla scelta del tracciato lacuale la lunghezza della linea della Centrale a Rovereto veniva ridotta da 30 a meno di 22 km. e perciò si potevano tralasciare i trasformatori elevatori ed adottare la tensione di 12000 Volt per gli alternatori della Centrale.

Così nel maggio del 1904, il progetto venne per tutta la linea ed in parte per la Centrale radicalmente modificato, ed in armonia a questi ultimi concetti furono nel settembre dello stesso anno spediti alle Case costruttrici il progetto della tubazione, e quello della Centrale coi vari capitolati dei macchinari, e alla fine del dicembre dello stesso anno furono scelte le Case fornitrici per questa parte dell'impianto.

Frattanto proseguii negli studi dettagliati della linea, e per la scelta definitiva degli approdi dei cavi sottolacuali, e per il tracciato più sicuro e razionale della linea aerea.

Dapprima ci si fermò sul seguente tracciato:

Dalla Centrale allo Sperone. Cavi sotterranei trifasi lungh.	km.	2,—
Dallo Sperone a Linfano. Cavi sottolacuali monofasi »	»	3,—
Da Linfano a Rovereto. Linea aerea . . . . . »	»	16,4
	km.	21,4

Ogni cavo monofase sarebbe stato costruito in un sol pezzo. Considerazioni però di difficoltà pei casi di riparazioni, per le quali si sarebbe dovuto ripescare tutto intiero il cavo guastato, e perciò sarebbe stato necessario avere a disposizione un barcone apposito con argani meccanici a motore, barcone assai costoso, fecero desistere da questo tracciato che era senza dubbio migliore.

Così si dovette scegliere quello poi attuato, e che è costituito da cavi sotterranei trifasi dalla Centrale all'entrata in Riva, per un percorso di km. 3,600 in corrispondenza dei Bagni pubblici — attraversamento del lago tra la Cabina Bagni ed il giardino dell'Hôtel Lido con cavi sottolacuali monofasi lunghi ciascuno 850 metri. Dall'approdo all'Hôtel Lido per una parte della linea si dovette ancora ricorrere ai cavi sotterranei, perchè il passaggio più breve per arrivare verso la direzione di Rovereto è la strada erariale la quale è alle falde del Monte Brione da cui in varie epoche dell'anno cadono numerosi e pesanti macigni.

Passar sopra al Monte Brione non era neppur da pensarci, pieno di forti militari, e girare attorno verso Arco era troppo lungo, e più costoso.

Così la linea dopo l'uscita del lago è ancora sotterranea sino alla località detta di Linfano, per un tratto lungo km. 2,850 e da qui procede aerea sino a Rovereto per una lunghezza di km. 16,200. In totale la linea risulta di km. 23,500.

Ma se la prima parte della linea presenta difficoltà non indif-

ferenti, per la natura della località, nella seconda, in quella aerea, se ne ebbero gravi pel fatto del passaggio attraverso ai vigneti senza una legge di espropriazione.

È per questo che mentre il canale e la Centrale erano pronti già alla metà del 1906, le prove complete dell'impianto non le potei iniziare che ai primi di novembre dello stesso anno.

La linea a Rovereto arriva ad una stazione trasformatrice, abbassatrice da 11000 Volt a 3000, e da qui parte la rete sotterranea a 3000 Volt per la città di Rovereto.

In questa stazione trasformatrice primaria ho lasciato anche il posto per le linee aeree a 3000 Volt per alimentare le reti dei Comuni circonvicini, ma per le esorbitanze delle richieste dei proprietari di fondi, si andò ai Comuni con cavi sotterranei, in parte estensione dei cavi sotterranei della città di Rovereto. Così pure ad Ala si dovette andare con un cavo sotterraneo, ed anche nella Valle di Ledro si impiegò pure un cavo che parte dalla Centrale stessa.

A Mori che è lungo il passaggio della linea aerea principale si costruì una stazione trasformatrice, ma da questa al paese si fece uso pure di cavi sotterranei.

Perciò l'impianto del Ponale costituisce un esempio, direi tipico, di impiego di cavi sotterranei sia nella linea principale che in linee secondarie. Per queste ultime la cosa è dovuta alla mancanza di una legge regolante i passaggi di linee elettriche su fondi privati, ma tutto sommato, non riuscì di aggravio, mentre diede e dà tuttora una grande sicurezza e tranquillità all'impianto.

Alla rete a 3000 Volt sono allacciate le varie stazioni trasformatrici secondarie, dalle quali parte la rete secondaria aerea a 110 e 220 Volt.

L'impianto si compone adunque di:

1.° Presa e canale di derivazione in gran parte in galleria, e coperto nel resto.

2.° Bacino di carico, tubazione, Centrale.

3.° Linea principale, in parte sotterranea, poi sottolacuale, poi sotterranea, poi aerea, colle relative cabine di separazione.

4.° Stazioni trasformatrici primarie, reti sotterranee a 3000 Volt per Rovereto e per Comuni attorno, stazioni trasformatrici secondarie, e reti secondarie aeree.

Di tutte queste parti diremo dettagliatamente in capitoli distinti.

Organizzazione. Lavori e Direzione. — I lavori dell'impianto del Ponale furono divisi in due parti, l'una comprendente la presa

ed il canale di derivazione, l'altra comprendente bacino di carico, tubazione, Centrale, linee, ecc. Alla prima fu preposto l'ing. Domenico Oss di Trento, alla seconda lo scrivente.

Prima cura fu quella di costruire vicino alla località della Centrale la casa destinata in seguito ad abitazione degli operai della Centrale per adibirla ad ufficio e ad abitazione per gli ingegneri ed assistenti di lavori.

All'ufficio di Biacesa fu tenuto stabile dall'inizio, con varii aiuti a seconda della intensità dei lavori, il sig. Carlo Pernici, in qualità di assistente tecnico, avente anche le mansioni di contabilità e coll'incarico di rappresentare il Comune di Rovereto in tutte le pratiche di espropriazione.

Per la parte spettante a me, divisi i lavori in due gruppi ed instituii due uffici, l'uno pure a Biacesa, e l'altro a Rovereto.

I disegni dell'impianto vennero invece eseguiti quasi tutti nel mio studio di Milano.

Per primo istituii verso la fine del 1902 l'ufficio di Rovereto, al quale venne preposto l'ing. Giuserpe Fasanotto aiutato dal tecnico sig. Cobelli, e da due disegnatori, e da vari impiegati amministrativi. All'ufficio di Rovereto attribuii tutti i lavori della linea aerea, delle stazioni trasformatrici primarie e secondarie, della rete di Rovereto e dei Comuni, ed infine tutta la contabilità e la vendita di energia sia ai Comuni, che ai privati di Rovereto.

L'ufficio di Rovereto fu pure incaricato dell'esercizio della Centralina della Flora che, come sopra si disse, funzionava per dar energia a vari stabilimenti sorti in quegli anni per iniziativa del Comune.

Data la deficienza di buoni operai elettricisti e di buone officine meccaniche, instituii subito in Rovereto l'officina meccanica che doveva poi servire da officina di riparazioni dell'impianto elettrico.

E quell'officina ci fu di grandissimo aiuto, poichè servì non solo ad istruire ed a formare del buon personale tecnico che poi rimase ad impianto compiuto, ma fece risparmiare molto tempo, ed anche denaro, poichè tutte le stazioni trasformatrici, sia primarie che secondarie, tutte le linee aeree, tutte le reti, i cavi, ecc., furono messi in opera in economia con operai comunali, e con molto materiale (interruttori, valvole, quadri, ecc.) costruito nell'officina meccanica comunale, la quale poi venne impiantata con criteri moderni, e cioè con motorini elettrici per ogni macchina utensile (alimentati dalla Centrale della Flora) anche per dare esempio alle officine meccaniche di Rovereto del modo di svilupparsi e di perfezionarsi.

L'ufficio di Biacesa per la parte a me spettante, lo istituii in modo regolare nel 1905, quando cioè i lavori del bacino di carico, tubazione, Centrale, erano stati iniziati regolarmente ed a tale ufficio preposi l'egregio ing. Ghetti, che già mi aveva aiutato assieme all'ing. Bianchi a Milano nella compilazione dei disegni. Da questo ufficio feci dipendere anche i lavori della linea elettrica sotterranea e sottolacuale colle rispettive cabine di separazione.

La contabilità di quanto dipendeva dall'ufffcio di Biacesa era tenuta dall'incaricato generale sig. Carlo Pernici e poscia trasmessa mensilmente all'ufficio di Rovereto, per essere tutta riunita e smistata a seconda delle categorie nelle quali avevo suddiviso le spese dell'impianto.

Ogni mese veniva eseguito un prospetto preciso diviso per categorie, dal quale apparivano le somme preventivate per ogni categoria, le somme spese a tutto il mese precedente, quelle del mese, ed i totali a tutto il mese, cosicchè il Podestà e la Giunta Comunale erano tenuti al corrente esattamente di ogni cosa.

In quanto alla aggiudicazione dei lavori e delle forniture elettromeccaniche furono seguiti varii criteri a seconda delle opere.

Così venne appaltato *a forfait* tutto il canale, ed invece fu fatta in economia la presa. Per le opere murarie del bacino di carico, della sede della tubazione, della Centrale, delle stazioni trasformatrici primarie e cabine furono stipulati contratti a prezzi unitarii.

La linea venne posata in economia coll'istituzione di premi collettivi per il termine di ogni tratto. I pali furono dati *a forfait* per ciò che riguarda la posa, ed invece il Municipio fornì il cemento.

Tubazione, turbine, macchinario elettrico e quadri della Centrale (esclusi gli scaricatori) furono aggiudicati mediante concorso su capitolati e progetti dello scrivente, ed *a forfait* per materiale dato funzionante.

Tutto il restante macchinario e materiale fu invece acquistato mediante concorso, ma messo in opera in economia con operai che si erano istruiti coll'officina meccanica comunale. Solo i cavi sottolacuali vennero posati dalla Ditta Pirelli, sotto la sua responsabilità.

Tra progetto di dettagli e costruzione si impiegò dal 1904 al novembre 1906.

Nel novembre e dicembre 1906 si fecero tutte le prove le più

minuziose, ed il 1.° gennaio 1907 l'impianto fu messo a servizio del pubblico. Per tutto il 1907 io tenni ancora la direzione per assicurare l'avviamento.

Premessi questi brevi cenni esplicativi di indole generale, dirò ora delle singole parti dell'impianto, poscia dei costi ed infine delle tariffe istituite e dell'organizzazione dell'azienda comunale.

CAPITOLO II.

La forza idraulica del Ponale

Presa e canale di derivazione.

La forza idraulica del Ponale. — Ben conosciuta è la famosa cascata del Ponale, a pochi chilometri da Riva sul Garda.

Nel luogo propriamente detto della cascata la città di Riva già da moltissimi anni ha costruito una Centrale elettrica che usufruisce di un salto di 120 metri.

L'acqua del Ponale passa per il Lago di Ledro, che ha una superficie di kmq. 2,184 ed è situato a 655 metri sul livello del mare, mentre il lago di Garda nel quale il Ponale si immette è a 65 metri. La distanza in proiezione orizzontale fra i due laghi è poco più di 5 km. Si hanno quindi in un brevissimo percorso quasi 600 metri di dislivello, e senza dubbio la più razionale utilizzazione delle energie idrauliche del Ponale si sarebbe avuta colla costruzione di una Centrale al livello del Garda sfruttante tutti i 600 metri di salto.

Ma per far ciò occorreva una spesa assai ingente per la espropriazione della Centrale di Riva, e per le trattative coi molti industriali che sfruttano la prima parte del Ponale tra il lago di Ledro e Molina.

Per gli scopi prefissisi da Rovereto si aveva già disponibile una ingente potenza pur limitandosi ad utilizzare il salto intermedio fra il termine degli stabilimenti ledrensi e la presa della derivazione della Centrale di Riva, un salto cioè di più di 300 metri che nell'epoca dei primitivi studi (1900) sembrava già uno dei salti maggiori.

Sfruttata completamente la Centrale di Rovereto, si potrà sempre in avvenire costruirne una tra il lago e la presa di Rovereto,

ed ingrandire e modificare quella di Riva, coordinandole tutte e tre.

Gli studi idraulici dell'ing. Domenico Oss e dell'ing. Edoardo

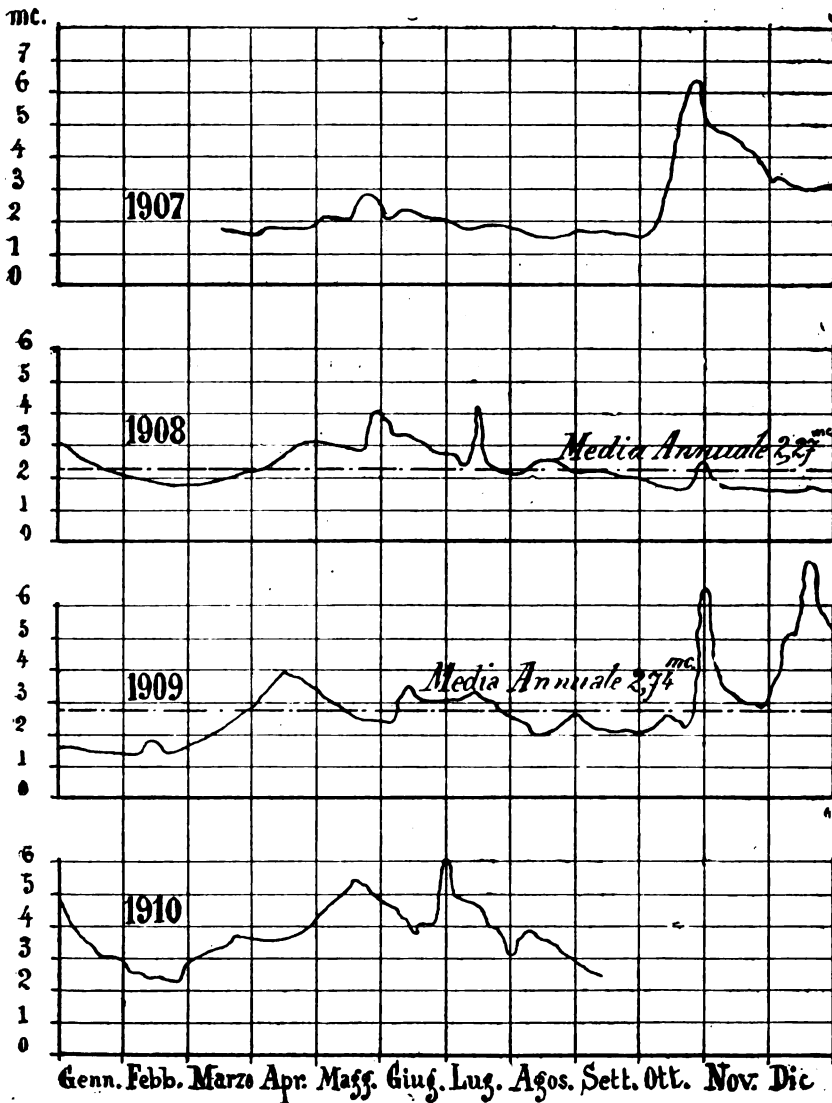



Fig. 3. — Portate Ponale.

Gerosa avevano condotto a ritenere che le minime portate del Ponale in corrispondenza alla presa progettata oscillassero fra i 1300 e i 1600 litri per secondo.

Ad impianto finito ed avviato ho collocato un idrometro alla

presa ed ho potuto determinare esattamente la relazione fra l'altezza dell'idrometro e la portata, facendo passare tutta l'acqua del Ponale attraverso la paratoia di presa.

Così dall'aprile 1907 si tengono letture giornaliere dalle quali si ottengono i diagrammi delle portate che serviranno molto bene quando si dovrà studiare la questione di ridurre a serbatoio il lago di Ledro.

Dai diagrammi qui riportati (fig. 3), risulta che la minima portata verificatasi però per pochi giorni tra la fine di gennaio ed il principio di febbraio del 1909 è di litri 1250, cifra che conferma le previsioni dell'ing. Oss.

La media annuale degli anni 1908-1909 è rispettivamente di mc. 2,27 e 2,74, dalle quali cifre tenendo presente che il lago di Ledro ha una superficie di 2,184 kmq., risulta chiaramente come sarà possibile ottenere con oscillazioni di livello d'acqua del lago di m. 1,50, una portata costante di 3 mc. per almeno 10 ore del giorno, lasciando defluire nelle altre ore il quantitativo necessario ai bisogni notturni, come avevo calcolato nella mia Relazione di Progetto del 1902, partendo dai pochi dati che si conoscevano intorno alle portate del Ponale.

Per ora Rovereto, coi 300 metri di salto di cui dispone e colla minima portata ha già una potenza più che esuberante, ma tutto è già predisposto per utilizzare il lago di Ledro quale serbatoio, e già dall'epoca dei lavori furono acquistate dal Municipio di Rovereto le prime segherie all'uscita del Ponale dal lago di Ledro.

Oltre al lago di Ledro che dovrebbe servire quale serbatoio annuale, il progetto della derivazione della città di Rovereto contempla una grande vasca al termine del canale la quale ha l'ufficio di sopperire alle variazioni di carico di non lunga durata, ed è destinata a sopportare il carico delle punte negli usuali diagrammi di consumo ed a tutte le variazioni sensibilissime di carico che produrranno le ferrovie e le tramvie elettriche che in futuro saranno allacciate alla Centrale di Rovereto.

Tale vasca che coincide coll'inizio delle tubazioni per ora fu tenuta della capacità utilizzabile di 2000 mc.

Se si scarica tutta questa quantità d'acqua in un'ora si può aumentare la portata per questo intervallo di 555 litri, valore che è poco meno della metà della portata minima assoluta del Ponale.

La potenza in più al quadro della Centrale sarebbe di 1100 Kw., valore più che sufficiente per le punte prevedibili.

È facilissimo poi in seguito costruire altre vasche essendovi tutta roccia buonissima con poca spesa, poichè quella costruita costò appena 20.000 corone, pari a 21.000 lire italiane.

Ora la differenza di livello fra l'acqua nella vasca di carico delle tubazioni e l'asse di rotazione delle ruote Pelton della Centrale è di 296,25 m., pressione che tenuto conto delle perdite delle tubazioni si riduce a m. 285 alle valvole delle Pelton.

Il rendimento complessivo del gruppo turbina alternatore essendo risultato del 72 % in corrispondenza alle varie portate si potrà disporre al quadro della Centrale delle seguenti potenze:

Portata	Salto utile	Potenza in Kw.
1250 litri	285 m.	2500 Kw.
1500 »	» »	3000 »
2000 »	» »	4000 »
3000 »	» »	6000 »

In corrispondenza alle punte dei diagrammi, dette potenze possono essere aumentate di altri 1000 Kw. per la durata di un'ora colla vasca di carico.

Le portate del Ponale, il notevolissimo salto in breve percorso, la presenza di un lago così grande come è quello di Ledro riducibile a serbatoio caratterizzano la forza idraulica del Ponale, e la mettono fra le più fortunate ed economiche, e fra quelle che maggiormente ora si studiano.

A completamento ed a integrazione delle potenze ottenibili alla Centrale, progettai una Centrale termica da costruirsi a Rovereto. vicino alla stazione trasformatrice, la quale però non verrà costruita che a sviluppo notevolissimo dell'azienda.

Presa e Canale di derivazione. — La presa dell'acqua è situata in territorio di Molina, ed è ottenuta mediante una briglia della larghezza di m. 6,10 alta 1 metro sul fondo del torrente. A monte della briglia è condotta mediante una galleria anche quella parte d'acqua del Ponale che viene derivata in antecedenza dalle varie fabbriche ledrensi, che terminano colla fabbrica di magnesia Cis (vedi Tav. I).

La briglia è alla quota di m. 578,68, e perciò dal lago di Ledro, che è a m. 655, alla presa di Rovereto si avrebbe un salto di altri 76 metri da utilizzare ad epoca opportuna colla costruzione di un'altra Centrale. Di fianco alla briglia ha luogo la derivazione dell'acqua coll'interposizione di una paratoia. Da questa paratoia

l'acqua entra in un corto tronco di canale, molto inclinato che mette alla vasca di decantazione.

La quota del fondo della paratoia è a m. 577,69.

La vasca di decantazione è lunga m. 20 ed ha una larghezza variabile da 4,68 metri a 3,68 con una profondità pure variabile da 1,95 a 2,55. Di fianco vi è uno scarico della ghiaia ed in prosecuzione fu costruito il piccolo fabbricato delle paratoie di inizio del canale.

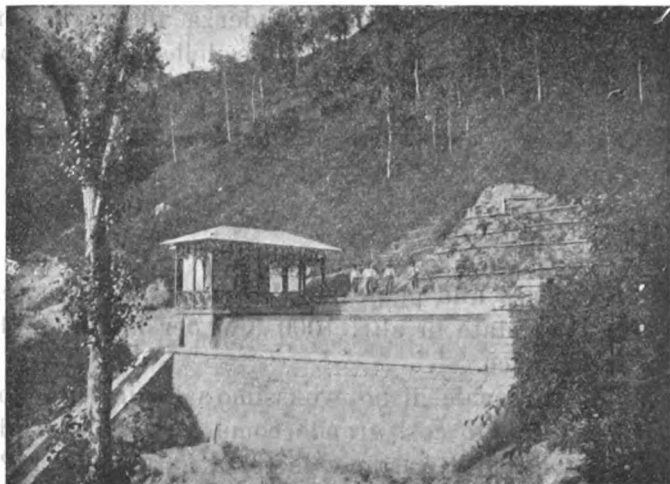



Fig. 4.

Dalla paratoia di presa del torrente a quella dell'inizio del canale vi sono *m. 62,70.*

Il fondo dell'inizio del canale è alla quota 576,96 e l'acqua nella vasca di decantazione è alla quota 578,06. L'altezza d'acqua del canale a derivazione di mc. 3 fu tenuta di m. 1,10.

Dal fabbricato paratoie incomincia il canale propriamente detto, il quale è tutto coperto, ed è costruito da tronchi in galleria e da tronchi scavati all'aperto e poi ricoperti.

Come si vede dalla Tav. I, l'andamento planimetrico del canale non presenta grande irregolarità. Segue in generale la montagna e solo attraversa tre piccole valli mediante tre ponti canali costruiti in cemento armato dei quali uno in curva della lunghezza di m. 52. Gli altri due sono rettilinei e lunghi ognuno 51 metri e 50 metri.

La sezione del canale ricoperto ha in fondo una larghezza di m. 1,20 che diventa 1,50 ad un'altezza di m. 1,10 (limite acqua),

poi si ha una parte rettangolare di 1,50 × 0,15, perciò l'area totale è di mq. 1,665.

La copertura del canale è fatta con una piattabanda in cemento armato.

La sezione della galleria è costituita da una porzione in basso trapezoidica di dimensioni 1,20 a 1,50 sino a 1,10 di altezza, poi

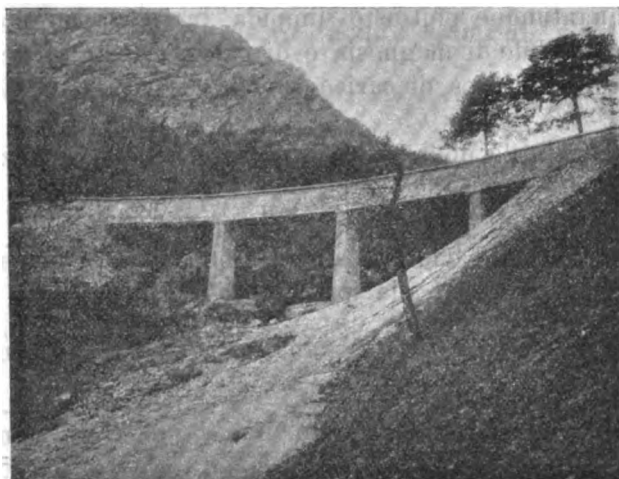



Fig. 5.

viene una porzione rettangolare di m. 1,50 per un'altezza di m. 0,90 ed in ultimo un semicerchio di raggio di m. 0,75.

L'altezza totale della galleria in chiave è di m. 2,75, cosicchè la sezione della galleria risulta di mq. 3,70.

Le gallerie sono quasi tutte rivestite, salvo in pochi tratti, di roccia buonissima.

La galleria più lunga fu di 300 metri e occorse un anno e mezzo per finirla.

Lo scavo della roccia che è dolomitica venne eseguito a mano, non comportando la spesa ingente di perforatrici meccaniche.

La lunghezza del canale propriamente detto fra il termine della vasca di decantamento e quella di carico serbatoio delle tubazioni è di m. 3737, così ripartita:

	m. 1948	in canale coperto
	» 1636	in galleria
	» 153	ponti canali
Totale . . .	m. 3737	

Il canale termina nella vasca serbatoio di carico per le tubazioni, vasca che è lunga m. 74 con una sezione di 28 mq. Quasi al termine di questa vasca in un punto della mezzaria che fu tenuto più depresso di tutti (quota 564,20) venne costruito uno sfioratore ottagonale con scarico centrale, e con paratoie di scarico di fondo della vasca per la sua pulitura e vuotatura.

La vasca di carico aiuta anche un po' la decantazione dell'acqua la quale, quantunque piuttosto limpida, trasporta un po' di pulviscolo impalpabile di magnesia e di calce. Questa si deposita in gran parte nella vasca di carico e viene scaricata ogni quindici giorni.

La capacità utile della vasca e dei pozzi nelle tubazioni è di 2000 mc.

Tra il fondo del canale che è alla quota 569,56 ed il fondo della vasca di carico che è alla quota 565,30 vi è uno scivolone. A vasca piena l'acqua è alla quota 570,75.

Il pelo d'acqua all'inizio del canale è a	m. 578,06
» » al termine » »	» 570,75
per cui si ha una perdita di salto di	m. 7,31

La pendenza del canale è uniforme e del 2 per mille, l'area della sezione riservata all'acqua è di mq. 1,485 e la velocità trattandosi di pareti lisce cementate risulta di m. 2 in corrispondenza ad una portata di 3 mc.

Il canale fu costruito dalla ditta Odorico & C. di Milano, che lo compì nel termine di 18 mesi, mentre le opere della presa e la vasca di decantamento furono invece eseguite in economia dal Municipio, il tutto su progetti e sotto la direzione dell'egregio ing. Domenico Oss di Trento.

(Continua).

Le acque di sottosuolo e l'alimentazione della città di Firenze con buone acque potabili

Ing. Cesare Tuccimei

L'articolo contenuto nel fascicolo del 30 novembre, riguardante le nuove e recenti opere per l'acquedotto di Firenze, ci chiama alcune osservazioni — alle quali non intendiamo dare carattere di polemica — solo intendendo portare nuova luce ancora intorno al grave argomento.

Dopo tanto agitarsi di progetti per convogliare a Firenze buone acque di sorgenti montane o dal vicino Appennino Pistoiese, o dal monte di Falterona alle origini dell'Arno, o dalle falde dell'Amiata o dalle lontane Alpi Apuane, chi avrebbe mai creduto che la città colta e gentile, fra le più colte e gentili città d'Italia, avrebbe portato finalmente l'opera propria a mungere maggiori acque dall'Anconella sotto S. Nicolò, scavando pozzi dappresso a quella stessa galleria, dalla quale fu necessario qualche tempo addietro toglierne una parte sottraendone le acque alla alimentazione del pubblico acquedotto per dimostrato inquinamento?

Quell'ammaestramento pertanto non giovò in modo alcuno, nè insegnarono cosa alcuna le infezioni di tifo che si rilevarono originate dall'acquedotto di Montereggi, ricordato pure nella memoria tra quelli che alimentarono la città, che potrebbe dirsi acquedotto del Mugnone, ove quelle sorgenti si versano e sotto al quale si traggono!!

Che se si ebbero inquinamenti dalla primitiva galleria dell'Anconella, niuno potrà dubitare che non possa aversi altrettanto dalle recenti e nuove prese collocate dappresso e quella, a soli

cinquanta metri incirca dal fiume, lungo il quale la detta galleria si rinviene.

Che quelle acque siano poi quelle stesse scorrenti nel prossimo o quelle piovute sulle valle limitrofa e filtrate appena per qualche decina di metri dalle sponde laterali del fiume, o per qualche metro di terreno sovrapposto, è facile dedurre dalla comunanza delle analisi, dalla uguale temperie e dai dati che si riportano nella memoria, essendo a riguardo delle analisi detto appunto che più si avvicinano le acque estratte a quelle del fiume che a quelle della falda freatica laterale.

Nè potremo persuaderci che abbia voluto farsi opera provvisoria, giacchè presso a quei nuovi pozzi or ora aperti, s'impiantarono ben cinque officine di sollevamento, ed in assieme, da essi e dalla vecchia galleria, si traggono ben 17,000 metri cubi d'acqua giornalieri.

E quando le acque sono quelle stesse del fiume colla parvenza, che a noi pare scientifica ipocrisia, che si prendono dopo che dagli strati del fondo o dalle sponde siano state filtrate, meglio sarebbe che si traessero addirittura dalla superficie, come in Italia fa la città di Cagliari, come fa Londra dalle acque del Tamigi, apparecchiando in tal caso filtri regolari e perfetti nei quali la filtrazione non avverrà in modo nascosto e non controllato, come attraverso gli strati subalveari, ma alla luce del sole con certezza di perfetta riuscita; e saremo di ciò meglio assicurati se vedremo a Firenze, a guisa di quanto per le vie di Londra vedesi annunziato, che in questo od in quel fondaco si distribuisce acqua *doppiamente filtrata.*

L'estrazione delle acque di sottosuolo entra in voga ogni giorno di più in Italia, e ciò si fa per seguire quanto vedesi fatto nell'Europa settentrionale e sopratutto in Germania; e non pensiamo che colà non può farsi altrimenti per alimentare le città che ingigantiscono tutti i giorni, poste tutte nelle estese pianure a fianco dei fiumi.

Per tal modo in quei luoghi si prende acqua a temperie assai più bassa che da noi, ad 8 o 9 gradi al più, e noi la prendiamo a 15 e 16; e poi si fanno analisi sommarie, ma settimanali e periodiche delle acque estratte.

Quando visitavamo quegli impianti, ora è molti anni, ed osservavamo i prospetti sui quali in forma numerica e grafica, si riportavano i risultati dell'indagine settimanale intorno al contenuto dei nitriti, dei nitrati, del cloro e delle sostanze organiche nelle

acque, non potevamo non renderci conto come la sorveglianza così continua rivelava quanto dovesse poi starsi in sospetto intorno alla potabilità delle acque medesime.

Da noi almeno si facesse altrettanto! Ora poi non è a dubitarne, le indagini settimanali si estenderanno su quegli impianti tedeschi ancora all'esame bacterico delle acque estratte.

Nella nostra facile imitazione dimentichiamo poi che nella stessa Germania, alla quale più vogliamo rassomigliarci, nelle regioni sue più meridionali, come nella Baviera, si rivolsero, ovunque fu possibile, a raccogliere acque sorgenti dappresso ai monti ai quali più erasi vicino, e per renderne più agevole la spesa, si raccolsero in estesi consorzi per costruire aequedotti così alimentati.

Quello dell'altipiano delle Rauhe Alb, che alimenta nove gruppi di Comuni, ne è uno dei più segnalati esempi.

E si dimentica pure che la città di Vienna, dopo lungo agitarsi e discutere, si ritrasse dalla proposta di estrarre le acque da sotto la vallata del Danubio, e preferì condurne dalle lontane sorgenti del Semering con acquedotto lungo 96 chilometri e colla spesa di 27 milioni di fiorini.

Prima quindi di decidersi a trarre acque sotterranee, essi, i tedeschi, avrebbero guardato alle regioni vicine per rendersi conto se acque di sorgente vi fossero state da condurre a preferenza di altre qualsiasi.

Chi potrebbe dubitare ancora a prima vista che a Firenze, circondata da colline e prossima a monti lussureggianti di folta vegetazione e ricoperti di boschi, non esistano sorgenti? E ve ne hanno ovunque, come vedremo, sottili di portata, ma in compenso copiose in numero.

Nè l'esperienza fatta in Italia fino ad ora per le acque di sottosuolo, come non fu felice per Firenze, dopo le acque di Montereggi e dell'Anconella, non fu altrettanto soddisfacente per le altre città che così fecero.

Vorremmo si chiedesse a Milano se poi furono lieti e soddisfatti di avere tratte acque dagli *aves* sotterranei, per quanto profondi, in luogo di ricorrere alle sorgenti alpine o a quelle del Brembo, che già un tempo furono messe a base di una concessione pel civico acquedotto, se vero è che quelle attuali lasciate per poco stagnanti, ci ricuoprono tosto nella estate di copiosa vegetazione.

Alla vicina Bologna le cose non andarono meglio, perchè delle acque dei pozzi e della galleria sotto il Setta, il cui acquedotto

fu costruito men che venti anni addietro, parlarono in una aurea memoria i professori Pagliani e Badaloni, dicendo che le inquinazioni prese dal di fuori dei torrenti che hanno foce nel Setta, sono capaci le acque estratte dai pozzi dell'acquedotto, di portarle in città quando, per forti pioggie o per piene dei detti torrenti, o per più accelerata azione meccanica occorrente alla loro estrazione, il movimento della falda è maggiore, e dissero ancora che le acque della falda e dei torrenti ricevono le acque luride dei numerosi abitanti superiori. Che più e che di meglio!!

Quella memoria non fu a parer nostro distrutta da poderosi ed erculei lavori fatti successivamente redigere dalla direzione dell'acquedotto del Setta, per liberarsi da tanta accusa.

E il male continua ancora e si allarga.

La città di Livorno, abbandonate affatto le proposte delle acque della sorgente di Quiesa, perchè vi si opponevano gli industriali che di quella sorgente si servono, e abbandonate pure le sorgenti delle colline che circondano Pisa, perchè vi si oppongono gli agricoltori, si volge ora alle acque subalveari del Serchio o di sottosuolo, della valle limitrofa dappresso al fiume. La relazione delle indagini fatte trovasi nei recenti fascicoli dell'*Ingegneria Sanitaria.* Appare da quella che per le indagini della commissione a ciò incaricata più questa si preoccupasse di accertare la portata che potevano somministrare quei pozzi aperti, di quello che si rendesse conto del sincronismo nelle oscillazioni di livello dei pozzi stessi e del fiume prossimo, e della rapidità della successione delle oscillazioni suddette, e meno ancora della comunanza delle analisi e della temperie, per decidere se poi le acque estratte siano nulla di meglio che quelle correnti nell'alveo scoperto del Serchio, come a Firenze si deduce che sono poi quelle stesse dell'Arno.

Nè si studiò, nè si disse peranco, se, come avviene nel Setta, alle regioni sovrapposte vi sono abitati che respingono le loro deiezioni nel letto del fiume, e se vi siano campi concimati che vi abbandonino le acque reflue della loro irrigazione.

Ma non la rapidltà solo della comunicazione delle acque esterne con quelle sottoposte occorre ed occorreva, a parer nostro, indagare, ma ancora e più se dette acque sottoposte alle quali direttamente si va ad attingere per Firenze vicino all'Arno, e si attingerà al Serchio per la città di Livorno, sono poi acque in continuo movimento; o se sono acque stagnanti, ciò che è di suprema importanza.

Il Dupuit, che mezzo secolo addietro fu il primo autore francese che trattò di acque condotte, afferma che prima cura nella ricerca delle acque sotterranee, debba esser quella di rendersi conto se sono appunto acque dormienti o se hanno movimento; e suggerisce quali siano i mezzi e le esperienze per dedurre questo con la sicurezza dovuta.

Gravi infatti sono le differenze che rinvengono gli igienisti fra le acque immobili e quelle che, pur lentissimamente, scorrono nel sottosuolo.

Il movimento non deve essere poi quello che artificialmente si effettua per l'estrazione dai pozzi, ma naturale e continuo, da monte a valle, lunghesso l'asta del fiume o dalle regioni lontane a quelle prossime al fiume stesso, attraverso la sua vallata.

Questo del movimento della falda abbiamo ricordato, perchè non risulta nei casi che ci occupano, che proprio facesse oggetto di studi accurati.

Nell'imitare gli altri col rivolgersi alle acque sotterranee, delle quali non abbiamo bisogno, mostriamo di non volere essere in modo alcuno da meno di loro, e poniamo ogni zelo perchè siano da noi seguìti gli altrui sistemi in quello ancora che è singolare ed ultimo perfezionamento dei medesimi.

Già proponiamo infatti quello che dicesi il *ravvenamento* della falda, ciò che consiste nello spandere sulla superficie del terreno sotto il quale si emungono le acque, nuova copia di acque esterne derivate al disopra della stessa parte dalla sponda del fiume. per raccoglierle poco appresso al disotto, onde così accrescerne la portata, allorquando le falde sotterranee si mostrano più scarse e deficienti. Questo pertanto che si propone ora a Francoforte sul Meno perchè non proporlo ancora a Firenze? Onde è che acque superficiali dell'Arno saranno derivate dall'alveo superiore e sparse sul terreno presso all'Arno, affinchè possano più copiosamente raccogliersi dal sottosuolo allorquando qui se ne manca.

Questo processo del ravvenamento, del quale ancor più ci meravigliamo, induce poi a ribadire meglio quanto osservavamo di sopra, che in tal caso val più e meglio prendere acque affatto superficiali, chiarificarle artificialmente e filtrarle, adottando pure, se occorre, tutti i processi di depurazione che le città americane praticano quasi costantemente quando tolgono acque dal sottosuolo o dai loro laghi o da serbatoi attraverso ai fiumi; facendo così prima di adottarle saremo meglio sicuri del fatto nostro e ne avremo economia di spesa e di costo di esercizio, di tanto per

quanto sarà minore l'elevazione che dovrà darsi alle acque esterne a confronto di quelle sottoposte.

Per tutto quanto abbiamo esposto manifesto è che noi riteniamo ancora che la più gran parte delle acque estratte dal subalveo, essendo quelle stesse scorrenti alla superficie, si rileverà costantemente tanta minor portata in quelle esterne e misurabili dell'alveo per quanto è quella che di sotto si tira fuori. Questo fatto è quello che si dubitò fosse per avvenire allorchè sarà per attuarsi il nuovo acquedotto per la città di Bologna, con nuova estrazione al disotto della Savena, a guisa, presso a poco, di quanto già operasi da sotto il Setta, onde l'ufficio del Genio Civile di Bologna, nell'accordare la concessione all'ing. Lolli, prescriveva che fosse opera obbligatoria, legata alla concessione, quella di costruire poco al di sotto del luogo di estrazione, una diga di sbarramento attraverso quel fiume, per la quale si immagazzinassero nei periodi di piena del fiume quelle acque colle quali nell'epoca di magra sopperire alle esigenze delle derivazioni sottoposte, compromesse per effetto della sotterranea estrazione concessa.

Questi dubbi mostrano che poi vanamente si opera se si risparmiano sorgenti superficiali per non arrecare nocumento all'industria e all'agricoltura, quasi le acque di sottosuolo fossero acque nascoste e fino allora non usate ed inusabili; il danno è identico e queste quanto quelle sono sottratte agli usi esistenti o possibili. Che se mai danni vi fossero nel raccogliere acque sorgenti e diminuzione di reddito industriale ed agricolo, meglio è compensare questi danni e provvedere ai bisogni dell'igiene, sicuri che a quelli dell'industria in altro modo si provvede, e pure altrimenti che colla irrigazione possono compensarsi le esigenze agricole, mentre alle necessità igieniche non si provvede che con buone acque potabili.

L'estrazione delle acque dal sottosuolo segue poi la ragione della moda, e questa è pur troppo da noi ora in incremento. Questa tendenza a guisa di moda si ebbe pure nella Francia, la quale ancora, come noi può in buona parte alimentarsi di sorgenti.

Il maggior sviluppo si ebbe poco oltre la metà del secolo decorso, rivolgendosi allora con peculiare attenzione a quelle acque che, oltre ad essere sotterranee, possono essere ancora ascendenti dal suolo e sono dette artesiane. Di queste meno avrebbe a temersi d'inquinazione a confronto di quelle subalveari e laterali ai

fiumi, quali attingonsi a Firenze e proponesi attingere ora per Livorno, perchè l'origine delle acque artesiane è lontana pel carico che debbono acquistare e più lunga filtrazione subirono, e più ancora perchè, essendo appunto emergenti, sono separate dalla superficie del suolo da strato impermeabile che le comprime a guisa di condotte in carica. Di esse il Bechmann ne scriveva appena venti anni addietro, quanto appresso:

« Per l'alimentazione delle città, l'alea inseparabile nella ri-
« cerca delle acque artesiane, vale a dire, ascendenti dal sotto-
« suolo, la qualità assai mediocre delle medesime, la loro elevata
« temperatura, la diminuzione per pressione del loro deflusso,
« quale si constatò a Turs, a Venezia ed in altri luoghi, sono
« altrettanti motivi per i quali la voga delle acque artesiane è
« andata diminuendo ».

⁂

Dicemmo nella parte antecedente che a Firenze non mancano sorgenti buone e vicine per essere condotte alla città, e a queste con declivio naturale, senza onere di sollevamento.

Ricordammo taluni dei progetti per alimentare Firenze a quel modo, fino a quello delle sorgenti lontane di Santa Fiora; o delle altre, pure assai lontane nella regione Apuana.

Noi qui ci limiteremo a riportare i dati relativi alle acque del vicino Appennino pistoiese, perchè meno costosa ne è l'opera di condotta, e ne dimostreremo la sufficienza. Di questo ci occupammo in particolar modo allorchè nell'anno 1896 avevamo incarico della compilazione dei progetti affidatici dal prof. Del Poggetto, che già dal Comune di Firenze ne aveva avuta la concessione.

Prima nostra cura si fu di procedere a ricerche accurate su tutta quella regione. seguendo i bacini idrografici e le zone alte dei fiumi che da quei monti scendono nell'Arno e nel Reno.

Nelle ricerche procedemmo innanzi tutto alla misura di portata nel periodo di magra dal settembre all'ottobre dell'anno medesimo, e rilevammo i dati di temperie, l'elevazione rispetto a Firenze, la facilità di presa e le circostanze tutte di allacciamento e di successiva condotta.

E ricordiamo, quali apprensioni si destarono nei lavoratori degli opifici situati sulla Lima e sulla Limestre sui cui alti bacini

facemmo le prime ricerche, tementi che quegli opifici restassero senza forza ed essi senza lavoro.

Quando per le ire operaie, obbligati a chiuderci in San Marcello Pistoiese, colà attendemmo che giungesse un largo stuolo di militi, seguiti dai quali compiemmo le nostre indagini. I fatti furono allora assai noti e palesi. Di quei tumulti meno ci caleva pei pericoli nostri e tanti ve ne furono, che per la sicurezza che avevamo che togliendo quelle alte sorgenti per condurle a Firenze, nessuna apprezzabile diminuzione si arrecava alle portate dei corsi sottoposti, ed alle esigenze delle industrie esistenti.

Dalle nostre indagini risultò che in tutta l'estesa zona di territorio dalle falde del Corno alle Scale fino a quelle del Monte La Croce, alle origini stesse del Reno e fino alla Badia a Taona, fu dato rinvenire sorgenti assai numerose, tutte alle base delle molasse arenarie ed a contatto dei terreni galestrini o del calcare alberese a temperature assai basse, comprese da centg. 6 a 9 ed elevazione da m. 830 a m. 1500 sul livello del mare, essendo Firenze a m. 55.

Per quanta cura prendessimo nelle nostre ricerche, ricordando il detto che quell'ingegnere poneva sui propri progetti « che le opere dell'ingegneria si studiano sì colla testa, ma, per qualche parte, si compiono ancora coi piedi », tuttavia non crediamo che alcuna ne andasse dimenticata.

Le sorgenti indagate furono in numero di 33 e la portata complessiva fu rilevata in mc. 25200 giornalieri o litri 288 per minuto secondo. Che se da quelle si tolgono le sorgenti dal bacino della Badia a Taona in litri 48 perchè esse si manifestano in minute e continue polle sui lati e presso al fondo dei piccoli corsi d'acqua e delle vallecole interne, epperò più difficilmente captabili e più facile per esse andare frammiste a quelle del corso torrenziale o direttamente a quelle stesse di pioggia nei periodi invernali; la restante portata di litri 240 a minuto secondo è tutta propria di sorgenti di facile allacciamento che, a nostro avviso, saranno per risultare di qualità ineccepibile.

Di esse sommariamente seguendo i propri bacini, diamo ragione nel prospetto seguente:

N.	Indicazione del bacino o del gruppo di sorgenti	Altimetria sul mare m.	Temp. in gradi C' m.	Portata	
				in litri per 1''	in mc. nelle 24 ore
1	Bacino del torrente Lima. Sorgenti immittenti nell' influente detto *La Volata* .	1605-1510	5,00-5,50	31,42	2714,69
2	Bacino del torrente suddetto. Sorgenti immettenti nell'influente detto *La Verdiana* .	1545	5,50	52,05	4497,12
3	Bacino di Acquasanta nel fosso dei Salvioni immettenti nell'influente *La Verdiana* .	980-1480	6,20-7,50	7,77	671,33
4	Bacino del torrente Limestre. Sorgenti discendenti sulla destra	930-1233	5,00-5,50	44,80	3870,72
5	Bacino del torrente Limestre. Sorgenti discendenti sulla sinistra.	830-1010	7,50-9,60	50,12	4330,37
6	Bacino del Reno. Sorgenti scendenti nel torrente Bardalone	900	9,20	0,50	43,20
7	Bacino del Reno. Sorgenti scendenti nel torrente detto *La Maresca*	1240-1105	6,60-8,10	46,02	3976,13
8	Bacino dell'Alto Reno . .	880-1014	5,50	9,26	800,00
9	Sorgenti dette della Badia e Taona, scendenti sulla destra del Limestre (Alto Reno)	1100-1370	7,10-8,50	48,61	4200,00
				288,39	25103,56

Sono dunque in tutto 25000 metri cubi di buone acque potabili o litri 280 incirca per 1″ che possono essere condotte a Firenze. Che se si sottraggano per le ragioni suesposte, quelle ultime della Badia e Taona, residuano mc. 21000 circa o litri 240 di sicurissimo allacciamento.

Questo volume è di gran lunga esuberante a soddisfare i bisogni della città numerando Firenze oggi soli 210000 abitanti, e fra un trentennio potendo prevedersi che si accresceranno al più a 300000 pei quali basteranno litri 70 per giorno e per abitante, portata che oggi si ragguaglia a litri 100.

Dalle preferite acque dell'Anconella potrà trarsi ancora in appresso quel volume che occorrerà ai servizi di pubblica nettezza, di lavatura e di altri usi minori, da ragguagliarsi ad altri 70; in tutto litri 140 per abitante e litri 170 ad oggi.

La temperie che oscilla per lo più tra i 5 e i 6 gradi e raramente si accresce ad 8, meglio essa pure assicura della qualità loro ed accerta che dopo il percorso dell'esterno acquedotto, che non eccede i 47 chilometri, dal punto di entrata in carica di tutte le acque fino a Firenze, non si eleverà quivi a più di 11 o 12 gradi, al disotto della quale temperie sono le acque dannose e meno gradite; d'altra parte l'elevato livello accerta dei più ristretti diametri della tubatura occorrente, epperò di spesa minore.

Che il volume d'acqua che si trova nelle nostre sorgenti bastasse largamente a Firenze era affermazione, che a quel tempo in cui noi ci occupavamo della grave questione, nessuno contrastava a Firenze. Ci piace ricordare il parere di un uomo illustre che molto si occupò della necessità di acque potabili della sua Firenze, il prof. Carlo De Stefani, il quale rese a tutti noto il suo avviso in una lettera pubblicata dall'*Italia termale* del 24 giugno 1897 in cui così si esprimeva:

« L'opinione mia fu sempre che nell'Appennino pistoiese a set-
« tentrione del Reno, si trovi acqua eccellente, superiore ai
« 30000 metri cubi » ed aggiunse: « Il progetto di condurre l'acqua
« di là è l'unico pratico e possibile nelle presenti condizioni della
« città ».

Una parola diremo finalmente dell'importo del lavoro.

Il preventivo in massima da noi rassegnato allora ai committenti, faceva ascendere la spesa a L. 3,787,000 limitando la portata a soli litri 150. Che se questa sia accresciuta convogliando tutti i litri 240, aumentandola così di due terzi non si accrescerà di altrettanto la spesa per ovvie ragioni ma può ritenersi che

non sarà superiore che di altra metà al massimo giungendo ai 5,000,000; e siano ancora sei o sette milioni, per far luogo all'aumento avvenuto nel costo dei materiali e della mano d'opera, essendo trascorsi ormai dieci anni da quel primo nostro lavoro, la spesa non sarà eccessiva al bilancio della città. Sarebbe facile confrontare a questa spesa i proventi sicuri che si avrebbero da quelle acque le quali buone e fresche sarebbero accolte nelle abitazioni dei cittadini più e più volentieri che non le cattive acque dell'Anconella.

Sarebbe pure opportuno valutare l'interesse di quella somma da noi prevista e confrontarlo con quello della spesa incontrata già pei nuovi impianti meccanici fatti dappresso all'Arno e il costo di ammortamento e del loro esercizio, e qualche deduzione utile si trarrebbe ancora da questo.

Le nostre parole, alle quali demmo piuttosto il carattere di comunicazione che non di polemica, non ci consentono dilungarci di più. Noi esaminando quanto or ora fece e si sta facendo a Firenze, ricordiamo i giudizi severi che espresse intorno all'acquedotto dell'Anconella la commissione nominata dal comune nel 1891, la quale doveva appunto indagare intorno ai danni lamentati da quelle acque. Tra le altre conclusioni, dedusse ancora così:

« Ritenendo che per le acque della galleria filtrante non possa
« stabilirsi essere esse in alcun modo sottratte e difese da tutte
« le cause di inquinamento che le rendono sospette, e possono
« farle diventare pericolose, la commissione dichiara tali acque
« inadatte pegli usi domestici e ne consiglia la più sollecita sop-
« pressione pegli usi domestici ».

Oggi, dopo quel severo giudizio, Firenze si alimenta allegramente e abbondantemente dalle acque tratte nei pressi dell'Anconella e propone estendersi ancora in tale indirizzo. Non è egli vero che le cose siano da quel tempo progredite a Firenze!

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Gli isolatori ad alta tensione [1].

Gli isolatori devono poter resistere alla tensione che essi sopportano soltanto superficialmente attraverso lo strato d'aria esterno e non già attraverso la massa isolante; la lunghezza del percorso superficiale corrisponde pertanto alla lunghezza di sicurezza dell'isolatore. La rottura dell'isolante comporta nel fatto delle conseguenze molto più gravi per l'esercizio che non i corti circuiti nell'aria che scompaiono contemporaneamente alle sovratensioni.

Il diagramma della fig. 1 dà in funzione della tensione in kilovolt della rete, i fattori di sicurezza σ generalmente usati e che sono il rapporto tra la tensione che può sopportare l'isolatore e quella normale.

Per determinare queste curve si è supposto che i due conduttori fossero isolati rispetto alla terra; può allora esistere tra uno di essi e la terra dal 50 al 60 % della tensione. Dalla curva tracciata nel diagramma si rileva come il fattore di sicurezza varî da 6,5 a 2; questi valori variano però più o meno secondo l'importanza e natura della stazione generatrice, ma in ogni caso anche con un conduttore a terra non si potranno abbassare di più del 70 ad 80 %.

Isolatori portanti esterni. — La tensione di rottura per questi isolatori che sono generalmente in porcellana sollecitata à compressione, dipende molto dal loro stato igrometrico e si è quindi obbligati per le altissime tensioni ad assumere un fattore di sicurezza molto più grande fino a 3 ed anche 3, 5. La resistenza alla rottura deve essere anche più grande e superiore del 30 ed anche del 50 % di quella indicata nella fig. 1.

La tensione di rottura varia di poco a partire dai 10 mm. di

(1) KUHLMANN, *Elektrotechnische Zeitschrift*. – *La Houille blanche*.

altezza di pioggia al minuto e d'altra parte in pratica un'altezza di pioggia di 7 mm. si verifica assai raramente; basterà pertanto di scegliere per le prove un'altezza d'acqua di 10 mm.

Gli isolatori più noti di questo tipo sono quelli a mantello (fig. 2)

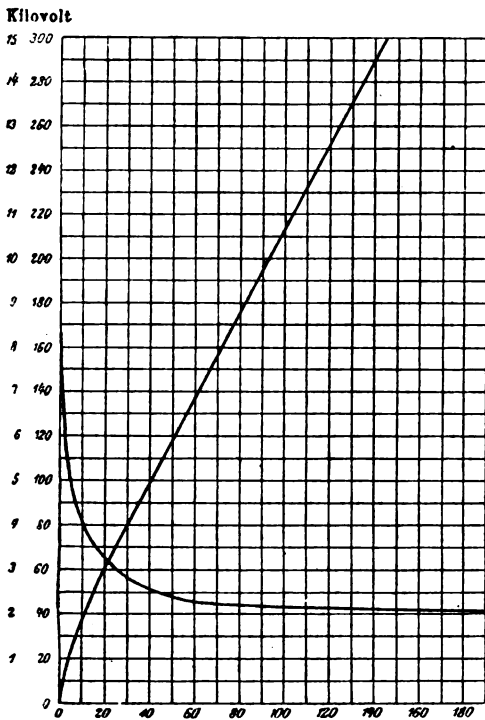



Fig. 1.

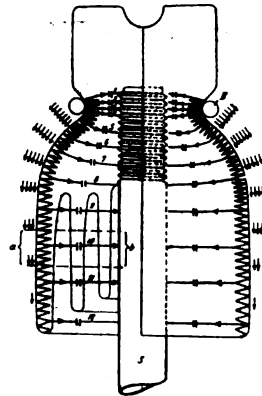



Fig. 2.

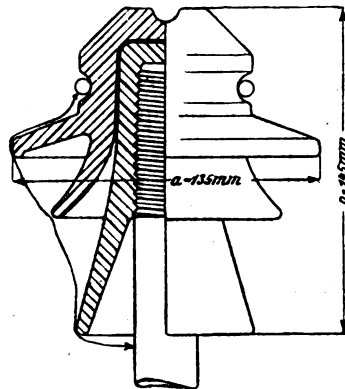



Fig. 3.

o quelli Delta (fig. 3) che sono generalmente da preferirsi ai primi. E difatti la inferiorità dei primi rispetto ai secondi si comprende facilmente esaminando la fig. 2 nella quale vi sono rappresentate le capacità lungo l'asse dell'isolatore caricantisi attraverso resistenze sempre più grandi a partire dall'attacco del conduttore, di correnti contemporaneamente decrescenti. In una rete a corrente alternativa o per effetto di rapide variazioni di regime nel caso della corrente continua, le correnti oscillatorie di carica delle capacità provocano la formazione di scariche nell'aria tra le campane (in quanto la densità del campo elettrico è di 5,3

volte più grande che nella porcellana la cui costante dielettrica eguale a 5,3 (secondo Wirtz, cf. Friese « Das Porcellan ») producendo una ionizzazione dell'aria che facilita la rottura dell'isolatore.

Per effetto della pioggia, i potenziali dei condensatori in basso sono ancora maggiori e così pure la densità del campo elettrico tantochè si verificano scariche tra i bordi delle campane (corrente 0,005 a 0,01 ampère).

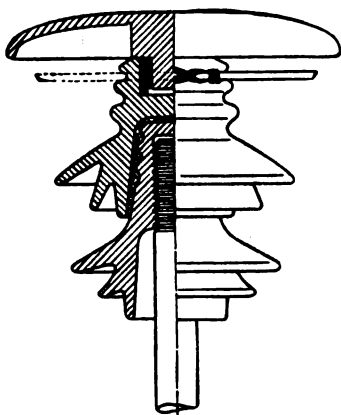



Fig. 4.

L'influenza nociva dell'alto valore della costante dielettrica viene diminuita sopprimendo completamente le campane o meglio ancora distanziandole tra loro come è il caso dell'isolatore Delta e dei tipi da questo derivati.

Queste considerazioni sono perfettamente confermate dalla pratica; si sono potuti fotografare, ad esempio, gli effluvi emessi tra i bordi delle campane interne e anche di goccie d'acqua in parte vaporizzantesi e scoppianti per effetto della pressione elettrostatica.

Si è cercato pure di migliorare le condizioni di funzionamento degli isolatori proteggendeli con un piatto in porcellana di forma speciale (costruzione Ginori, fig. 4). Il prezzo e il peso di tali isolatori viene a diminuire sostituendo i piatti di porcellana con piatti metallici, nel qual caso però si viene ad aumentare la corrente di carica.

Epperò si può ricorrere a questo dispositivo per le tensioni molto alte in quanto oltre i 25000 volts, gli isolatori in porcellana del tipo Delta divengono molto pesanti ed ingombranti.

Gli isolatori Delta nelle reti di trasmissione d'energia non sono affatto protetti contro le fulminazioni ed in tal caso sono sempre gli isolatori più alti che sono in pericolo, tantochè in alcuni impianti (Niagara Lockport and Ontario Power), si dovette proteggere gli isolatori con scaricafulmini, dispositivo questo che viene però d'altra parte a diminuire la sicurezza della rete contro le sovratensioni atmosferiche.

Per proteggere gli isolatori contro le oscillazioni atmosferiche propagantesi lungo le condutture, Goddart consiglia una forte bobina di reazione le cui estremità opposte sono riunite con un conduttore poco induttivo (fig. 5).

Un altro inconveniente imputabile agli isolatori tipo Delta è

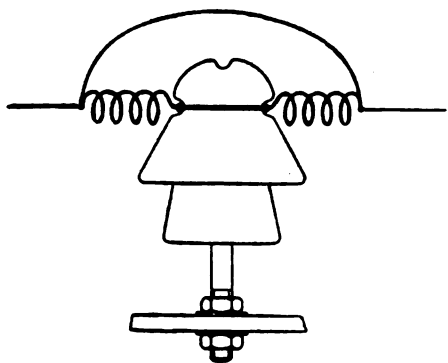



Fig 5.

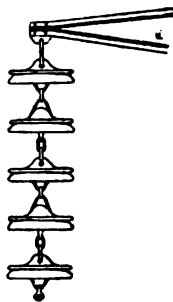



Fig. 6.

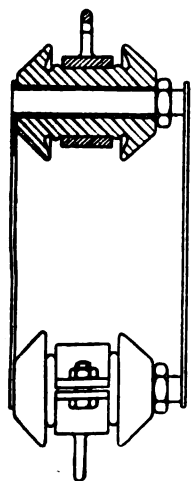



Fig. 7.

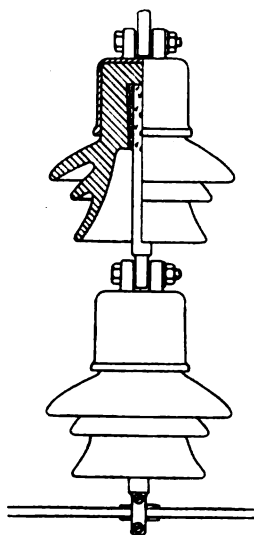



Fig. 8.

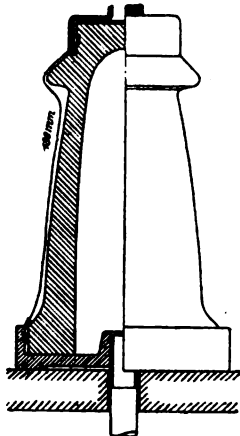



Fig. 9.

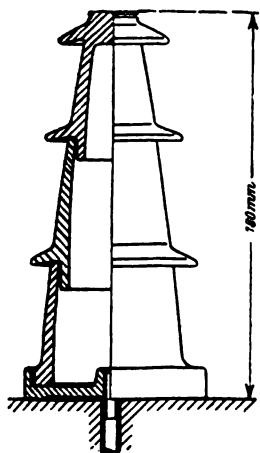



Fig. 10.

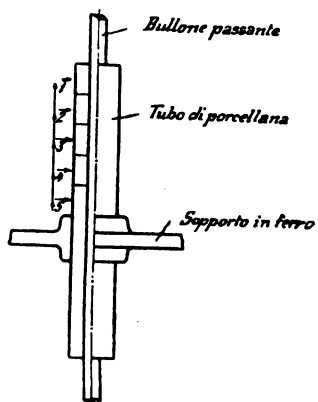



Fig. 11.

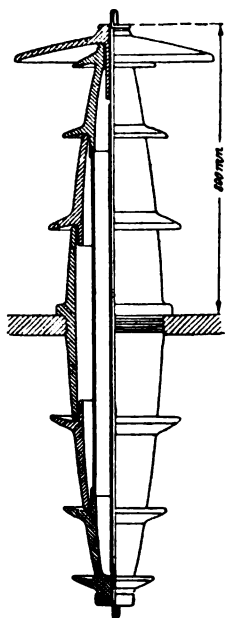



Fig. 12.

dato dal fatto che al di là di certe tensioni divengono eccessivamente ingombranti; tantochè in alcuni casi si diede la preferenza agli isolatori tipo Hewlett (fig. 6), costituiti da un certo numero di isolatori elementari disposti in serie, facilmente ricambiabili e capaci di sopportare altissime tensioni con dimensioni relativamente ridotte, restando escluso il pericolo di messa a terra della linea nel caso di deterioramento di uno degli isolatori in serie. — Questi isolatori vengono costruiti secondo due diversi modelli con diametri rispettivamente da 165 e 260 mm. ed altezza di 65 e 100 mm., ed un esempio di pratica utilizzazione si ha nella linea della Grand Rapids Muskegon che funziona a 110000 volt. — La loro rigidità a secco è di 370000 volt e 200000 volt sotto una pioggia di 10 mm. al minuto.

Secondo lo stesso principio dell'isolatore Hewlett sono costruiti gli isolatori Brown-Boveri (fig. 7) e quelli della Porzellanfabrik Hermsdorf (fig. 8).

Isolatori nell'interno delle Centrali. — Questi isolatori devono sopportare degli sforzi meccanici molto grandi, ad esempio per sostegno degli interruttori, dei coltelli, ecc., tantochè i tipi di costruzione ordinaria anche se disposti in serie per l'alta tensione non avrebbero però che una rigidità meccanica assai limitata.

L'autore propone il tipo di isolatore (A. E. G.), rappresentato nella fig. 9, vuoto internamente e chiuso ermeticamente sul fondo con un disco metallico. Per aumentarne la rigidità meccanica, la sezione di porcellana ha profilo parabolico. La fig. 9 dà le dimensioni principali dell'isolatore e la fig. 10 rappresenta l'insieme di alcuni isolatori montati in serie per le altissime tensioni.

Isolatori d'entrata. — Si è constatato che la lunghezza di percorso della folgore lungo l'isolatore è maggiore di quella che si ha nell'aria per una stessa tensione; per diminuire questo effetto è d'uopo proporzionare il diametro alla lunghezza e sopratutto rendere minima la capacità nel punto d'attacco (fig. 11).

L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft impiega l'isolatore proposto dall'autore riempito all'interno con olio o con liquidi isolanti speciali, con sezione di porcellana a forma parabolica, come è rappresentato nella fig. 12. Un tipo consimile viene usato anche dalla General Eletric C., sostituendo alla porcellana degli strati di isolante di composizione speciale fortemente compressi.

Diminuendo radialmente la densità del campo elettrico e cioè dall'asse verso la periferia, è d'uopo usare dei materiali isolanti di costante dielettrica e di rigidità elettrostatica decrescenti nello stesso senso.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, *Gerente.*

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

Il Signor Edgar **RHODES** e la Società **ROMAPAC TRAMWAY CONSTRUCTION COMPANY LIMITED**, entrambi a *Leeds* (Inghilterra), concessionari del brevetto italiano Vol. 246, N. 65, Reg. Att., e N. 87233 Reg. Gen., per il trovato avente per titolo:

Appareil pour fixer, par pression, et enlever, par découpage, les parties supérieures des rails de tramways composés,

sono disposti a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**

Via Bagutta, 24 - Milano.

Il Signor **Johann GESZTESY**, a *Susak* presso Fiume, concessionario del brevetto italiano Vol. 284, N. 95 Reg. Att. e N. 97654 Reg. Gen., per il trovato:

Dispositif de retardement de pression automatique pour surchauffeur d'air pour torpilles,

è disposto a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**

Via Bagutta, 24 - Milano.

Il Signor **Josef SCHIESSLER**, a *Baden*, presso Vienna (Austria), concessionario del brevetto italiano Vol. 273, N. 106 Reg. Att. e N. 93880 Reg. Gen., e del relativo brevetto completivo Vol. 305, N. 148 Reg. Att. e N. 102106 Reg. Gen., per il trovato avente per titolo:

Appareil signaleur sous-marin,

è disposto a cedere i brevetti od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**

Via Bagutta, 24 - Milano.

Il Signor **Frank Barker COMINS**, a *Sharon* (Mass., S. U. d'America), concessionario del brevetto italiano Vol. 303, N. 246 Reg. Att. e N. 102454 Reg. Gen., per il trovato avente per titolo:

Appareil à humidifier l'air,

è disposto a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**

Via Bagutta, 24 - Milano

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 3 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Febbraio 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: **Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2**

AMMINISTRAZIONE: **Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22**

SOMMARIO.

L'ARCHITETTURA DEL FERRO

(CON APPENDICE)

RACCOLTA DI MOTIVI

PER

Costruzioni civili, ferroviarie ed artistiche

compilata col concorso dei migliori Ingegneri, Architetti e Costruttori italiani

diretta dall'Ing. Lazzaro Fubini

È un volume in 4.º (40 × 31 cm.) comprendente 180 tavole finemente incise delle quali 24 di grandezza doppia ed una di grandezza quadrupla. L'intera opera, che comprende 51 fascicoli distinti, si può scindere in tre classi principali, ognuna delle quali viene suddivisa in gruppi comprendenti una medesima varietà di soggetti. E, come in tutte le classificazioni ordinate, s'incomincia dalle parti elementari per finire colle parti accessorie.

La prima classe che comprende gli « Elementi di costruzione » è suddivisa in 4 gruppi:

1.º Principali ferri usati nelle costruzioni: 2.º Bolloni e chiodi; 3.º Sistemi di capriate; 4.º Schemi di coperture già costruite; 5.º Tipi di solai.

La seconda classe che chiameremo col titolo di « Costruzioni generiche in ferro » si divide in 8 gruppi:

1.º Mercati; 2.º Ponti; 3.º Tettoie e coperture per stazioni ferroviarie; 4.º Coperture per teatri e sale pubbliche; 5.º Serre; 6.º Edicole; 7.º Padiglioni e chioschi; 8.º Opere diverse.

La terza classe infine che intitoleremo « Ornamentazione in ferro » comprende 5 gruppi e cioè:

1.º Ringhiere e scale, parapetti ed inferriate per finestre e balconi; 2.º Cancellate in genere; 3.º Porte ed imposte metalliche; 4.º Ornamentazioni per coperture; 5.º Ornamentazioni diverse.

A quest'opera fa seguito una « Appendice » di ugual formato, comprendente 16 fascicoli con 34 tavole nelle quali sono illustrate diverse costruzioni di ponti in ferro ad arcata, a trave rettilinea, ecc. disegni di parapetti per ponti, cancellate ed inferriate di diverso tipo e stile, ecc.

Un volume di 214 tavole in-4 grande delle quali 58 doppie diligentemente incise, e testo illustrativo L. 50 — *Agli abbonati al* Politecnico *si cede l'opera per* L. 40.

L'ARCHITETTURA DEL LEGNO

ISTRUZIONI TEORICO-PRATICHE E RACCOLTA DI MOTIVI

PER

Costruzioni civili, stradali, architettoniche ed artistiche

È un volume in 4.º (40×31). Questa pubblicazione comprende tutto quanto può interessare il costruttore, dall'origine dei legnami, dalla loro lavorazione elementare, fino ad assurgere alle opere più complesse, sia dal lato costruttivo, che da quello artistico.

Per tal maniera l'operaio falegname avrà le notizie per il taglio, disseccamento, segatura, lavorazione dei suoi legnami; il carpentiere vi attingerà i diversi modi di collegare ed armare le sue travi; l'ingegnere ed architetto vi potrà rilevare e dimensioni da assegnarsi ad una data costruzione e l'artista infine vi troverà i diversi motivi di decorazione a cui attingere.

L'opera è suddivisa in 6 parti principali, comprendenti rispettivamente le « generalità sui legnami – la lavorazione dei legnami – la resistenza dei materiali – i meccanismi per le manovre architettoniche – il collegamento dei legnami – e le travi composte, a traliccio, ecc. e finalmente solai, tetti, scale, centinature, ponti » ed è illustrata da 242 tavole di grande formato.

Prezzo dell'opera L. 50.— *Agli abbonati al* Politecnico *si cede per sole* L. 40.

IMPIANTO IDROELETTRICO MUNICIPALE DELLA CITTÀ DI ROVERETO (Trentino)

con Centrale al Ponale e con linea composta di cavi trifasi sotterranei, cavi monofasi sottolacuali, conduttori aerei

Ing. ALESSANDRO PANZARASA

(continuazione, vedi n. 2 - colle tavole 5-6-7)

CAPITOLO III.

Bacino di carico, Tubazione, Centrale.

Prima di esporre le particolarità del Bacino di carico, della Tubazione e della Centrale, è bene dare un cenno dei concetti che mi guidarono nel progetto della posizione relativa di tali parti, e delle disposizioni adottate a salvaguardia di una rispetto all'altra.

Trattandosi di tubazione ad una pressione di 300 m. collocata quasi a perpendicolo sulla Centrale, ho creduto indispensabile per la sicurezza dell'impianto munire anzitutto ogni tubazione di una valvola automatica la quale avesse ad arrestare l'entrata dell'acqua nella tubazione quando la velocità dell'acqua superasse un certo valore, come può avvenire in caso di rottura di un tubo o di valvole. In secondo luogo ho introdotto nella tubazione giunti di dilatazione in corrispondenza ad ogni gomito verticale ed ho collocato la Centrale fuori dalla direzione del percorso principale della tubazione facendo fare a questa un risvolto al fondo. In corrispondenza al risvolto costruii una piccola diga con un canaletto di scarico al Ponale avente lo scopo di impedire che l'acqua piovana od altra si riversasse sul piazzale della Centrale.

Questo si intende oltre a scegliere un materiale buonissimo per la tubazione, ed ammettere sollecitazioni piuttosto basse, ed a richiedere costruzioni accuratissime.

Per avere poi una Centrale al sicuro da ogni pericolo rispetto alla montagna e tubazione sovrastante e per poter disporre di uno spazio corrispondente ai concetti moderni di disegno di Cen-

trali, decisi di deviare il torrente Ponale formando nella località scelta per la Centrale un piazzale abbastanza ampio.

Mentre la Centrale sulla riva sinistra del Ponale con un attra-

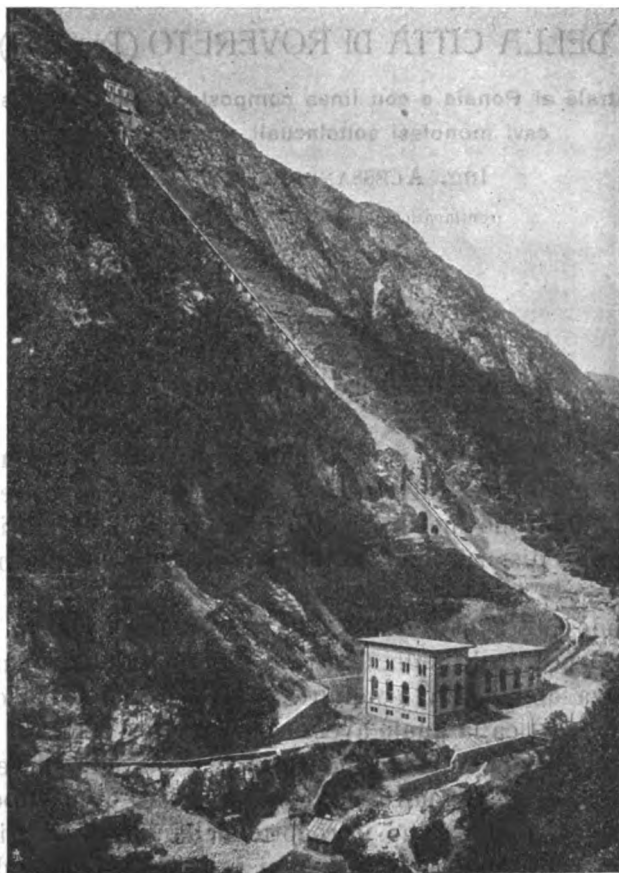



Fig. 6.

versamento delle tubazioni non era conveniente perchè la montagna da quella parte era ancora più ripida che dall'altra e si avrebbe avuto un costo di scavo superiore a quello dello spostamento del torrente.

Per non impiegare sin dall'inizio un capitale sproporzionato ai bisogni immediati di Rovereto, e per dare all'impianto una elasticità di funzionamento in rapporto anche alle varie portate ottenibili, progettai tre tubazioni ognuna per 1 mc., delle quali una da installarsi subito e colla quale si può disporre di 2000 Kw.,

la seconda da collocarsi non appena l'azienda avrà raggiunto un notevole sviluppo, anche senza attendere che siano definite le trattative per trasformare il lago di Ledro in serbatoio poichè la portata di 2 mc. si verifica in gran parte dell'anno.

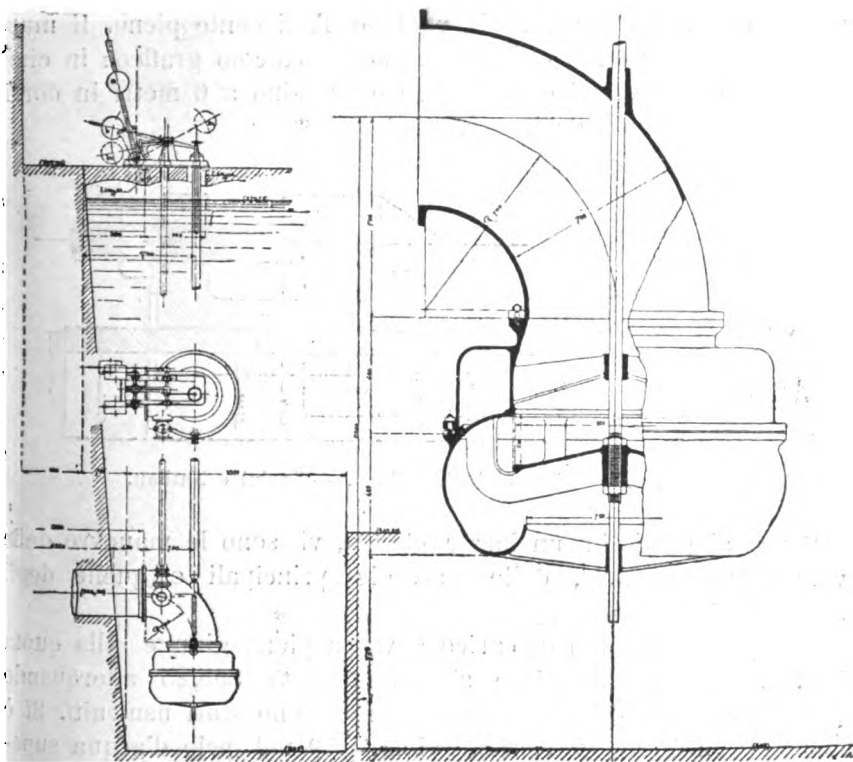



Fig. 7. — Valvola automatica al bacino di carico. — Larini e Nathan.

Alla terza si dovrà ricorrere solo quando si potrà disporre del lago di Ledro come serbatoio per ottenere per almeno 10 ore una portata di 3 mc.

Bacino di carico (vedi Tav. II). — Come si è detto, il canale di derivazione termina in un serbatoio scavato nella roccia della capacità utile di 2000 mc. munito di sfioratore ottagonale situato nel mezzo della vasca il quale ha al fondo due paratoie per lo scarico completo della vasca.

Il serbatoio finisce in tre pozzi donde hanno inizio le tre tubazioni.

Ogni pozzo ha una paratoia ed uno scarico di fondo che va nello scaricatore generale del canale.

Per poter applicare la valvola automatica ad ogni tubazione ogni pozzo è profondo m. 9,25 con una sezione di fondo di 3,50 × 3,50 ed è diviso dall'altro da un muro di 2 m. di spessore per l'eventualità che uno dei pozzi sia vuoto e l'adiacente pieno. Il muro frontale ha un profilo ottenuto col solito calcolo grafico: in cima comincia con 2 metri di spessore e va sino a 6 metri in corrispondenza al fondo del pozzo.

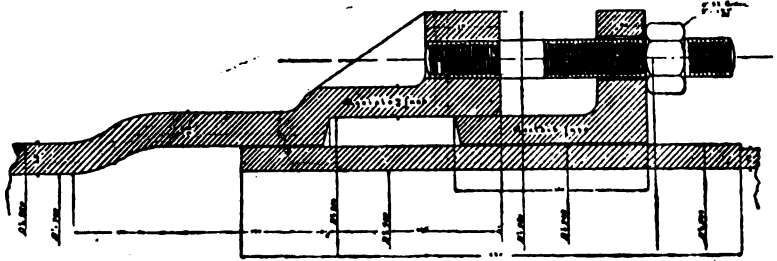



Fig. 8. — Giunto di dilatazione. — Larini e Nathan.

Sopra ai pozzi in un locale chiuso, vi sono le manovre delle valvole automatiche, delle paratoie principali e quelle degli scarichi di ogni pozzo.

L'acqua del bacino di carico a vasca piena giunge alla quota 570,75, ma può scendere sino alla quota 565,25 allorquando tutti i 2000 mc. di immagazzinamento sono stati usufruiti. Si è ammessa cioè una variazione di m. 5,50 nel pelo d'acqua superiore, il che corrisponde in cifra tonda al 5 $^0/_0$ del dislivello totale.

Tubazione (vedi Tav. III). — All'intento di rendere la tubazione meno costosa e più sicura, decisi di attenermi al tracciato più rettilineo, salvo si intende al fondo, dove per ragioni di sicurezza della Centrale la tubazione fa un risvolto (vedi Tav. III).

La tubazione passa perciò sopra la strada antica di Val di Ledro che serve ora da strada d'accesso alla Centrale.

Dopo la valvola automatica la tubazione attraversa orizzontalmente il muro frontale del bacino di carico appena passato il quale si ha il primo gomito (punto Z quota 563), con giunto di dilatazione.

Al punto Z vi è pure il tubo d'aria. Dal punto Z la tubazione scende con una pendenza del 170 $^0/_0$ per un tratto di m. 45, sino al punto W (quota 524,52).

XV)

In questa prima parte i tre tubi sono progettati a ventaglio per poter tenere nel bacino di carico i tre pozzi ampi sufficientemente da contenere bene le valvole automatiche, e così al punto Z le mezzarie dei tre tubi distano m. 5,50 mentre al punto W tale distanza è ridotta a m. 2, distanza che è mantenuta poi costante sino al punto R (quota 299). Dal punto W al punto R si ha una una pendenza uniforme del 90,5 $^0/_0$ per una lunghezza complessiva di m. 331,67.

Dal punto R inizia il risvolto che termina al punto M (quota 271,50) con uno sviluppo di 66 m. ed una pendenza media del 42 $^0/_0$. Mentre la tubazione forma il risvolto, la distanza tra i tubi è portata gradualmente da m. 2 a m. 3, colla quale ultima distanza i tubi proseguono poi rettilineamente nell'interno della Centrale. La distanza aumentata di 3 m. è dovuta al fatto di lasciar posto alle varie saracinesche che si trovano nell'interno della Centrale.

Dal punto M la tubazione prosegue fino al punto K orizzontalmente per un tratto di 14 m. Al punto K si arresta la tubazione esterna, ed al punto K era progettato uno scarico della tubazione, scarico che fu poi portato più avanti essendosi deciso di costruire fin da principio il fabbricato della Centrale solamente per 4 gruppi.

Col relativo scarico di fondo la tubazione esterna formava così un tutto a sè, e nel concorso del macchinario aveva il proprio capitolato, nel quale furono fissati il tracciato, le varie condizioni tecniche, il diametro del tubo nella misura di 700 mm. costante in tutta la lunghezza.

Fu a lungo dibattuta la questione se eseguire tutta la tubazione chiodata, oppure tutta saldata, o in parte chiodata e in parte saldata, e se costruirla a flangie oppure tutta chiodata, e mi decisi di eseguirla in parte chiodata (sino ad una pressione di 190 m.) e per la restante parte saldata come quella che risultava più economica.

In quanto alle unioni dei singoli pezzi preferii, per comodità di montaggio e relativa eventuale sostituzione di tubi, di adottare il sistema delle flangie, si intende ad autotenuta (fig. 9).

Come materiale venne scelto l'acciaio dolce forgiato rispondente alle condizioni seguenti:

resistenza rottura	37 — 44 Kg.: mmq.
» al limite elasticità . .	30 »
coefficiente allungamento . . .	22 $^0/_0$.

La sollecitazione massima risultante da tutte le azioni agenti in esercizio regolare fu ammessa fra $^1/_4$ ed $^1/_5$ della rottura (8 Kg.: mmq.) e tale che anche nelle prove al doppio della pressione idrostatica risultasse nell'intorno della metà del limite di elasticità. Per tener conto del colpo d'ariete ho supposto la chiusura delle saracinesche in 2 secondi, e ne risultò una soprapressione di 50 m. d'acqua.

Le chiodature longitudinali sono tutte doppie, quelle trasversali sono in parte semplici ed in parte doppie.

Gli spessori per la parte chiodata da un minimo di 6 mm. e

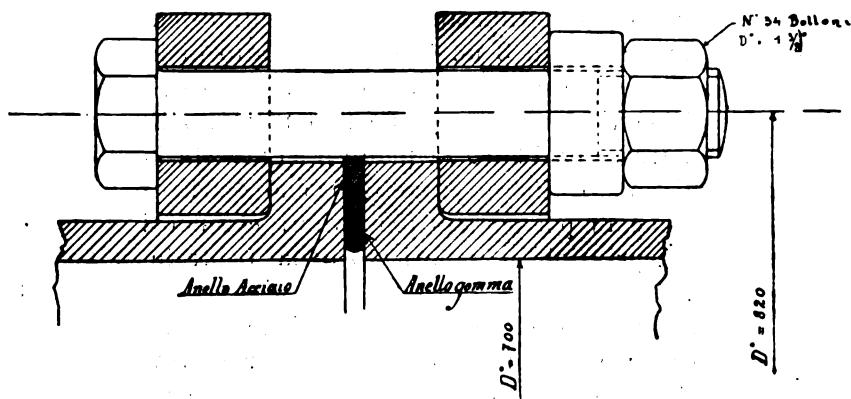



Fig. 9. — Flangia ad autotenuta. — Larini e Nathan.

con aumenti successivi di 1 mm. arrivano sino a 13 mm. per la pressione di 190 m. Dopo cominciano i tubi saldati con uno spessore di 11 mm. e pure con progressivi aumenti di 1 mm. raggiungono lo spessore di 16 mm. per la parte rettilinea a 300 m. di pressione.

Nel risvolto lo spessore è di 17 mm. e nell'angolo M di 18.

Fra i punti più importanti è forse bene rammentare quanto avviene vicino al punto R termine della tratta W R lunga 131 m., per effetto del peso, dell'allungamento per temperatura, della pressione idrostatica, della flessione fra gli appoggi.

Essendo i tubi appoggiati a selle metalliche ho tenuto quale valore del coefficiente d'attrito 0,20, ed all'inizio del moto 0,50.

Nel punto R nell'istante in cui il tubo pieno tende ad allungarsi si hanno le seguenti sollecitazioni:

a) Per effetto della resistenza di attrito e della componente del peso proprio secondo la direzione della R W Kg. 3,10: mmq.

b) Per gli sforzi di flessione essendo il tubo appoggiato a due sostegni distanti 9 m. . . . » 1,10 »

c) Per la pressione idrostatica . . . . . . » 6,75 »

Le due sollecitazioni *a*) e *b*) sono in una medesima direzione e quindi si sommano in un'unica di 4,20 mentre la sollecitazione

Fig. 10.

idrostatica è normale alle due precedenti e perciò si ha una sollecitazione risultante di Kg. 7,9 per mmq., valore buono ed inferiore al massimo ammesso.

Il blocco di beton del punto R è sollecitato da uno sforzo di 100,000 Kg. per ogni tubazione, allorquando il tubo pieno d'acqua tende ad allungarsi per effetto della temperatura, ed è per questo che si dovettero assegnare dimensioni in apparenza grandi.

Per effetto della temperatura la tratta R W, ammesso uno sbalzo di 60° C., si allunga di 250 mm. e perciò il giunto permette scor-

rimenti sino a 300 mm. Non è a dirsi che tale ipotesi sia eccessiva perchè in quella località nell'inverno si va fa facilmente a — 10°, e nell'estate, se il tubo fosse vuoto, la temperatura del metallo andrebbe certamente a + 50°. Durante il deflusso dell'acqua la temperatura del metallo non raggiunge certo tale valore, ma per riparazioni il tubo può essere vuoto, ed allora si possono verificare allungamenti notevoli, come si riscontrarono a tubazione terminata, ma non ancora funzionante.

Altra particolarità degna di rimarco è la *valvola automatica* collocata nel bacino di carico e che forma la testa della tubazione. Essa ha un funzionamento molto sicuro e semplice, ed è regolabile (vedi fig. 7).

L'acqua entra nella tubazione mediante un gomito dal basso in su. Nel percorso inferiore vi è una specie di stantuffo avente uno stelo che arriva sino al pavimento del locale delle manovre, e che è articolato a contrappesi con braccio variabile.

In via normale il peso dello stantuffo diminuito dello sforzo dell'acqua in moto vince quello del contrappeso e così l'acqua può entrare nel tubo. Se invece la velocità supera un certo limite, lo stantuffo è cacciato in su, il tubo si chiude, e contemporaneamente muove il braccio del contrappeso per modo che questo oltrepassa una posizione tale per cui lo stantuffo non può più essere spinto in giù se non con una manovra a mano.

La regolazione consiste nella variazione del braccio del contrappeso.

Prima di iniziare l'esercizio regolai la valvola automatica per modo che chiudesse allorquando nel tubo entrava poco più di 1 mc. (controllato collo stramazzo permanente e tarato allo scarico della Centrale) e tutte le feste, nelle brevi ore di arresto delle macchine, vien fatta funzionare, nè mai essa mancò di chiudere prontamente.

Io credo che tale apparecchio così semplice e sicuro sia indispensabile in impianti con salti così grandi come è quello del Ponale, tanto più poi quando c'è una vasca serbatoio di notevole capacità proprio vicino all'inizio della tubazione e sovrastante la Centrale.

I tubi appoggiano su selle (vedi Tav. III) per modo da lasciar libera la flangia. La distanza degli appoggi è di m. 9 misurati lungo il profilo della tubazione.

Mentre la sede fu già disposta tutta per i tre tubi, degli appoggi ne furono costruiti alcuni per tre, altri per due, altri per uno, secondo la qualità del terreno.

Il sovrapassaggio della strada fu costruito per tutti i tre tubi ed il risvolto fu preparato per due, importando lo scavo per il terzo tubo una spesa non indifferente, e quindi non da anticipare.
I pesi della tubazione risultarono:

per la parte chiodata	Kg.	48,470	ml. 250
» » saldata sino punto K . .	»	65,110	» 205
» selle	»	3,150	
Totale . .	Kg.	116,730	ml. 455

Ogni tubo venne provato in fabbrica ad una pressione doppia della corrispondente in funzionamento, e dai pezzi di lamiera tolsi varii provini che esperimentai nel Laboratorio del Politecnico di Milano. Tutte le lamiere diedero ottimi risultati, rispondenti alle condizioni contrattuali.

Tutta quanta la tubazione, la valvola automatica, e le paratoie del bacino di carico furono affidati dopo concorso sia per la fornitura che per il montaggio alla Casa Larini Nathan di Milano, la quale fece poi costruire la parte saldata a Witcowitz, mentre eseguì quella chiodata nei suoi stabilimenti di Milano, e provvide al montaggio completo in un termine relativamente breve date le difficoltà non indifferenti della località.

Gli appoggi furono costtuiti dalla Ditta Odorico e C. di Milano.

La velocità dell'acqua nella tubazione a portata normale di 1 mc. risulta di m. 2,60 e la perdita di carico tutto compreso (tubazione, valvole, ecc.) sino all'asse delle ruote Pelton della Centrale è di m. 11,25, cosicchè la pressione utile a pieno carico sarà di m. 285.

Centrale (vedi Tav. VII). — I concetti fondamentali che mi guidarono nel progetto della Centrale sono i seguenti.

Anzitutto tenere ben distinti i tre riparti principali e cioè tubazione interna con relative saracinesche, macchinario, quadri. Ad ogni riparto adibire un fabbricato speciale, di dimensioni affatto indipendenti, ed ogni fabbricato prolungabile indipendentemente uno dall'altro, mettendo nelle tre testate i servizi generali.

Così il fabbricato delle tubazioni dalla parte non prolungabile contiene l'officina di riparazioni, ed i servizi di pulizia e le tubazioni delle macchine piccole per illuminazione, eccitazione, azionamento piccoli motori dell'officina riparazioni.

Il fabbricato macchinario nella parte non prolungabile ha le

macchine piccole di eccitazione; ed il fabbricato quadri, le scale, gli uffici, il magazzino, la camera di guardia per un operaio non di turno, ma pronto ad entrare in servizio in caso di malanno ad altri operai, ed infine la cabina telefonica per le comunicazioni con tutte le parti dell'impianto.

È importante seguire nel progetto e nella costruzione di Cen-

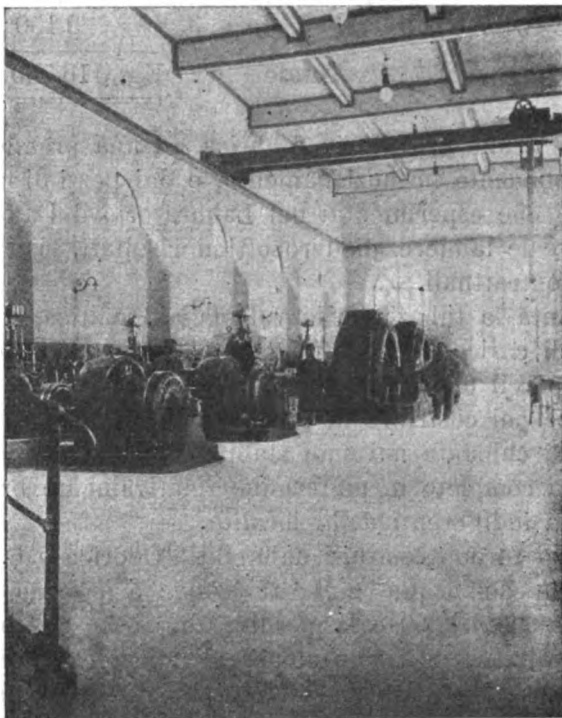



Fig. 11.

trali questi concetti, poichè oltre alle previsioni possibili, capitano di frequente applicazioni non pensate e per le quali può tornar comodo, razionale ed economico, impiegare macchine speciali ed allora tutto si semplifica se il progettista ha lasciato questa facilità ed elasticità di ingrandimento senza dover ricorrere a ripieghi.

Altro concetto fondamentale, oltre quello antecedentemente fatto rilevare, di tenere cioè la Centrale molto di fianco alla linea della tubazione, fu di formare un ampio spazio tutto attorno al fabbricato della Centrale, proteggendo il piazzale verso monte con un robusto muraglione, e tenendo il fabbricato distante da questi 5 metri (vedi Tav. III).

Per formare questo piazzale oltre ad uno scavo non però notevole, decisi di spostare il torrente Ponale (vedi Tav. III).

Con queste operazioni che importarono tuttavia una spesa non rilevante si poterono costruire una Centrale che ha tutti i servizi in locali di ampiezza corrispondenti agli scopi.

La costruzione del fabbricato è in beton misto nelle fondazioni, e nel sotterraneo, ed in pietra locale per il restante.

Tetti e solai dei fabbricati, macchinario e quadri sono in cemento armato, mentre il tetto delle tubazioni è in legno con travi principali in ferro. Tutta la copertura è in holzcement.

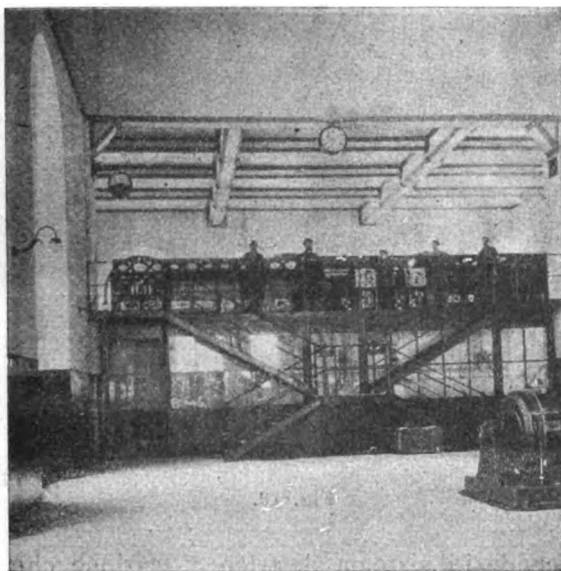



Fig. 12.

Per la architettura, per la quale mi fu di notevole aiuto l'opera dell'amico mio ing. Giuseppe Ongania, partii dal concetto di porre in rilievo le pietre del posto.

In tutta la Val di Ledro e quindi anche nella località della Centrale, si trovano in notevole quantità massi eratici di granito trasportati nell'epoca glaciale dai monti della Valle di Genova (gruppo Adamello), mentre le roccie dei monti locali sono di ottima dolomite.

Adoperai perciò il granito nei pilastri, nelle sagome delle finestre, porte, ecc. e feci un basamento in pietra vista di dolomite.

Il fabbricato delle macchine è costruito ora per 4 gruppi principali, con che si possono utilizzare 4000 Kw., ma tutto è disposto per un facile prolungamento.

Veniamo ora alla parte elettromeccanica.

Dovendo la Centrale del Ponale servire sia per luce e forza che per trazione, per ottenere un buon funzionamento ho creduto indispensabile dividere i due servizi. Così è risultato uno schema (vedi Tav. IV) a due circuiti, l'uno per luce e forza e l'altro per trazione.

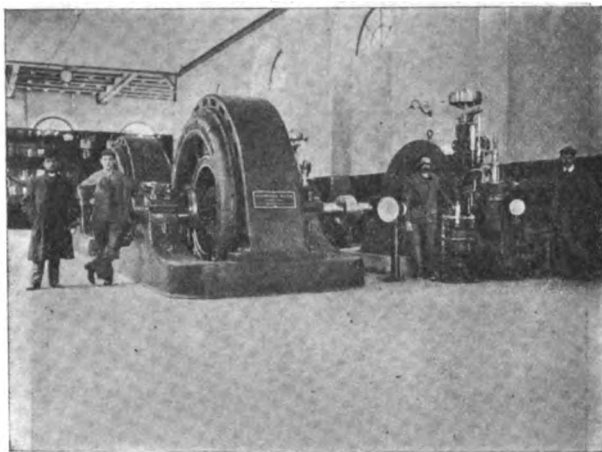



Fig. 13.

Non conoscendosi il sistema elettrico di trazione che verrà adottato, previdi per l'energia da trasportarsi un solo tipo di macchinario alternatori trifasi.

Ogni macchina è dotata di due interruttori mediante i quali essa può essere inserita in uno o nell'altro circuito. Per ora non è costruito che il circuito luce e forza. Quello della trazione sarà installato quando si eseguirà la trasformazione della linea ferroviaria Riva-Mori-Rovereto o se ne alimenteranno delle altre.

Così a funzionamento completo si avranno macchine in azione sia per l'uno che per l'altro servizio, e perciò, e perchè in una Centrale non è infrequente trovar due gruppi fuori servizio, l'uno per guasti alla turbina e regolatore, e l'altro per l'alternatore, decisi di attenermi a potenze singole non troppo elevate e precisamente a quella di 1000 Kw., spingibile fino a 1250.

A Centrale completa vi saranno sei gruppi.

Per ora se ne installarono due, ma per l'anno venturo sarà necessario aggiungerne un terzo.

Colla elasticità data al disegno della Centrale nulla toglie che in avvenire per un motivo qualsiasi (ad esempio trazione monofase) si abbiano ad installare altri gruppi come gli attuali ed altri di tipo speciale

Oltre ai due circuiti a corrente trifase per l'energia che deve essere trasportata a Rovereto ed altrove, ne progettai un altro a corrente continua per i servizi interni della Centrale e per la eccitazione degli alternatori. Questo circuito è alimentato da due gruppi turbina dinamo. È però lasciato spazio per installare una terza turbinetta comandante altra dinamo da mettersi in parallelo con le altre due, oppure di tipo speciale a servizio di alternatori pure speciali per trazione od altro che in seguito si volessero installare.

Gli alternatori hanno una frequenza di 50 periodi che è la frequenza standardizzata delle nuove Centrali grandi del Trentino e siccome per le ragioni dette nel Cap. I la tensione ammessa nel cavo sottolacuale è di 13000 Volt, tensione bene ammissibile in alternatori di 1000 Kw. purchè di giri non troppo elevati, così la Centrale non ha trasformatori elevatori ma alternatori producenti direttamente la tensione di 13000 Volt.

Quale numero di giri razionale fu scelto quello di 375 per minuto primo.

Per il quadro, ritenuto che il sistema cellulare razionalmente costruito costituisce una grande sicurezza rispetto al tipo aperto, perchè un guasto in un punto non si propaga ad altri, e perchè le varie manovre di apertura e chiusura dei coltelli sono assai più sicure, mentre d'altra parte per 13000 Volt le ampiezze dei fabbricati non assumono valori grandi, come è il caso per tensioni elevatissime, mi attenni al tipo cellulare.

Passiamo ora in rivista le singole parti della Centrale.

Tubazione interna. — Le tubazioni interne sono contenute in un fabbricato della larghezza di m. 10 per una lunghezza di m. 24, prolungabile e munito di gru. Il pavimento di questo fabbricato è più basso di m. 2,50 rispetto a quello della Centrale ed ha varie aperture di scarico verso il canale collettore di scarico delle turbine, per modo che se per un'eventualità qualsiasi un tubo od una valvola avesse a rompersi non abbia a derivarne, come avvenne in una Centrale della Svizzera, l'allagamento della Centrale.

In questo fabbricato (vedi Tav. VII) entrano i tre tubi prolungamenti della tubazione esterna alla distanza di m. 3 uno dall'altro

I tre tubi hanno congiungimenti fra di loro con grandi saracinesche per modo da poterne escludere uno qualsiasi e procedere cogli altri nel funzionamento.

Il diametro dei tubi principali è mantenuto di 700 mm. come all'esterno e le saracinesche di unione fra i tubi hanno pure un diametro di 700 mm.

Ogni tubo principale ha un prolungamento di tubazione piccola

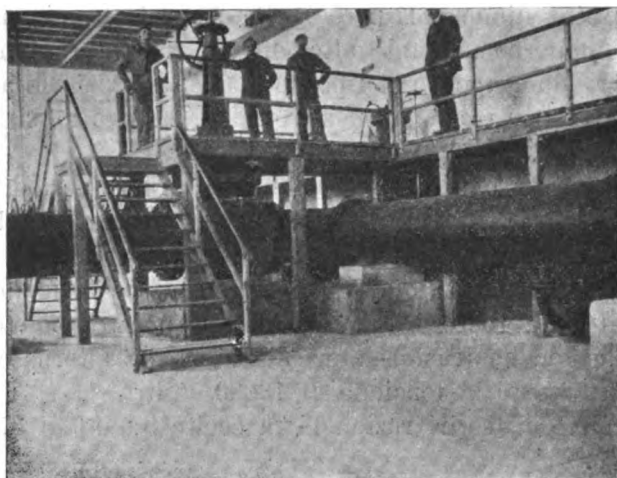



Fig. 14.

del diametro di 250 mm. per l'alimentazione delle turbine piccole dei gruppi a corrente continua.

Dalla tubazione che corre più vicina al locale macchine prendono acqua le turbine, ma in questa tubazione sono interpolate saracinesche divisorie, cosicchè la tubazione interna forma un vero reticolato divisibile e perciò dà affidamento di una notevole sicurezza.

I tubi che conducono acqua alle turbine grandi sono conici: cominciano con un diametro di 500 mm. e terminano con quello di 400.

Le saracinesche grandi hanno manovre a mano, non dovendosi manovrare che ad intervalli assai lunghi, quelle invece delle turbine hanno servomotore idraulico, con comando nella sala delle macchine.

Ogni saracinesca ha un bypass ed è munita di un tampone di sicurezza con relativa valvola di esclusione e tubo di scarico che va nel canale di scarico delle turbine.

Tutta la tubazione interna è in acciaio dolce forgiato con flangie ad autotenuta.

La tubazione interna fu affidata alla Ditta Riva, Monneret e C.

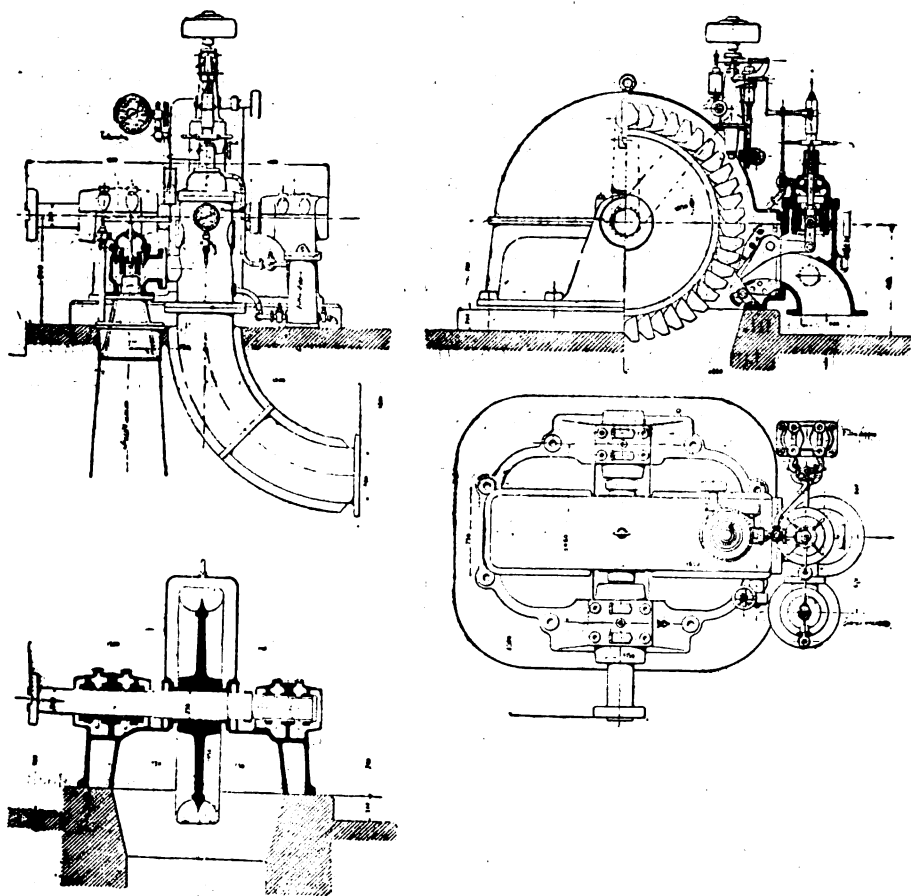



Fig. 15. — Ruota Pelton 1500-2000 cav. 375 giri, pressione 300 m. Ing. Riva, Monneret e C.

di Milano, che fece fare alla sua volta quanto è tuberia saldata a Witcowitz.

Turbine. — Le turbine, data la pressione di 300 m., furono scelte del tipo a ruota Pelton, le cui particolarità sono ben note e che appaiono dalla figura.

Esse hanno scarico sincrono regolabile che può restare aperto oppure rinchiudersi a poco a poco.

Poichè l'acqua che esce dallo scarico sincrono può raggiungere velocità grandissima, e si possono avere in conseguenza danni notevoli alle pareti del canale di scarico, ho pensato di trasformare tutto il canale di scarico, in un grande cuscino d'acqua di altezza regolabile. Esso è lungo m. 34, largo 3, con un'altezza d'acqua di m. 2,50. È prolungabile colla Centrale, ed a tale intento furono prese le disposizioni necessarie per le paratoie.

Oltre al formare un cuscino d'acqua grande, avendo disponibile in posto molto granito ho rivestito le pareti del canale di scarico con grossi blocchi di granito.

Le turbine sono due ognuna della potenza di 1500 cav. 375 giri e due ognuna da 200 cav. 600 giri, tutte per una pressione utile di 285 m.

Delle turbine riporterò quanto può interessare quelle grandi.

Le garanzie contrattuali delle turbine da 1500 cav. 375 giri si possono riassumere nelle seguenti tabelle.

Rendimenti.

Frazione carico	Potenza	Rendimento
1/4	375 cav.	65 %
2/4	750 »	73 »
3/4	1125 »	75 »
4/4	1500 »	76 »
5/4	1875 »	75 »

Gradi di regolazione.

Condizioni di carico	Massima variazione di velocità
marcia normale	0,5 %
scaricando d'un tratto il 25 %	2,- »
» » » » 50 »	6,- »
» » » » 75 »	9.- »
» » » » 100 »	12,- »

Variazioni della pressione.

Variazione del carico	Variazione di pressione nella tubazione
scaricando d'un tratto il 25 %	2 %
» » » » 50 »	4 »
» » » » 75 »	8 »
» » » » 100 »	10 »

Ogni regolatore può permettere durante la marcia la variazione a mano del ± 5 % nel numero dei giri.

Il GD^2 della massa girante dell'alternatore per ottemperare alle condizioni di cui sopra, fu fissato in 18000 Kg. mq.

I rendimenti sperimentali ottenuti dallo scrivente sono riportati nella fig. 16. L'acqua fu rigorosamente misurata mediante uno stramazzo costruito già colla Centrale, e che deve servire ad un controllo continuo dell'impianto.

I rendimenti delle turbine sono ottenuti dai rendimenti complessivi del gruppo, e dalla predeterminazione dei rendimenti dell'alternatore, misure ultime che vennero eseguite dall'ing. Bianchi del mio studio ad Oerlikon prima che le macchine fossero spedite. Per il carico degli alternatori costruii una vasca, dove si immergono più o meno tre aste di ferro con distanze regolabili. Detta vasca con relativa linea è mantenuta sempre pronta per i controlli periodici dell'impianto.

È importante poi notare che le turbine non solo ammettono un sovracarico del 25 % come fu garantito, ma permettono di marciare con un carico di 2000 cav.

(*Continua*).

Un problema di meccanica nella geognosia

Ing. LUIGI FERRARIO

(continuazione vedi n. 23 del 1910)

Il cubetto 2 sollecitato dall'azione Σ_2 che i cubetti 3, 4, 5, ... n, esercitano su di lui, più dovendo resistere alla pressione P_2, dovrà, alla sua volta, esercitare sul cubetto 3 una pressione P_3 che sarà data dalla pressione P_2, più dall'azione Σ_2 che tutti i cubetti esercitano su 2, meno, l'azione in senso contrario, che i cubetti 1 e 2 esercitano su 3, sarà cioè:

$$P_3 = P_2 + \Sigma_2 - M\left(1 + \frac{1}{2^2}\right).$$

Ponendo per P_2 il suo valore si ottiene:

$$P_3 = \Sigma_1 + \Sigma_2 - M\left(2 + \frac{1}{2^2}\right).$$

Analagomente si otterrebbe:

$$P_4 = \Sigma_1 + \Sigma_2 + \Sigma_3 - M\left(3 + \frac{2}{2^2} + \frac{1}{3^2}\right)$$

ed in generale:

$$P_x = \Sigma_1 + \Sigma_2 + \ldots + \Sigma_{x-1} - M\left\{\frac{x-1}{1^2} + \frac{x-2}{2} + \ldots + \frac{1}{(x-1)^2}\right\}$$

Ponendo in questa equazione al posto di Σ_1, Σ_2, Σ_3, ... Σ_{x-1} i loro valori si ottiene

$$P_x = M\left\{(x-1)\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(\frac{x-2}{2^2} + \frac{x-3}{3^2} + \ldots + \frac{1}{(x-1)^2}\right) - \right.$$
$$\left. - \left(\frac{x-2}{(n-1)^2} + \frac{x-3}{(n-2)^2} + \ldots + \frac{1}{[n-(x-2)]^2}\right)\right\}. \quad [1]$$

Quest'equazione dà la pressione P_x che si esercita nel punto qualunque x del diametro della sfera. Osserviamo che essa è un'equazione fra due variabili P_x ed x, perchè le altre quantità in essa contenute, cioè M ed n, sono costanti per tutti i punti del diametro della sfera e π è una costante assoluta. La variabile x può assumere tutti i valori dei numeri interi da 1 ad n ed assegnando ad x uno di questi valori l'equazione dà il corrispondente valore di P_x. Ad esempio se $x = 1$ si ha

$$P_1 = 0.$$

Infatti per $x = 1$, il termine

$$\left(x - 1\right)\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right)$$

è evidentemente zero, ed i polinomi

$$\frac{x-2}{2^2} + \frac{x-3}{3^2} + \ldots + \frac{1}{(x-1)^2}$$

$$\frac{x-2}{(n-1)^2} + \frac{x-3}{(n-2)^2} + \ldots + \frac{1}{[n-(x-1)]^2}$$

sono due serie composte di termini frazionari tutti positivi e i cui numeratori sono decrescenti. Il numeratore più grande essendo $x - 2$, ne viene che per i valori 1 e 2 di x questi polinomi sono nulli perchè il numeratore più alto si annulla per $x = 2$ e resta nullo per $x = 1$ non potendo avere un valore negativo come vedesi dalle sommatorie Σ perchè $x - 1$ è l'ultimo termine delle serie dei numeri naturali $1 + 2 + \ldots + (x - 1)$ e se questa serie si riduce ad un termine cioè $x - 1 = 1$ allora $x = 2$, se si riduce a due termini cioè $x - 1 = 2$ allora $x = 3$, ecc.

Per $x = 2$ l'equazione [1] dà

$$P_2 = M\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right).$$

Per $x = 3$ dà

$$P_3 = M\left\{2\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{(n-1)^2}\right)\right\}.$$

Per $x = 4$ dà:

$$P_4 = M\left\{3\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(\frac{2}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{2}{(n-2)^2} + \frac{1}{(n-1)^2}\right)\right\}$$

ecc. ecc. si hanno tutti i valori già trovati per P nei quali si pongano i valori corrispondenti di Σ.

Il massimo valore di x è $x = n$. In questo caso l'eq. [1] dà:

$$P_n = M\left\{\left(n-1\right)\left(\frac{\pi^2}{6}-1\right)-\left(\frac{n-2}{2^2}+\frac{n-3}{3^2}+\ldots+\frac{1}{(n-1)^2}\right)-\right.$$

$$\left.-\left(\frac{n-2}{(n-1)^2}+\frac{n-3}{(n-2)}+\ldots+\frac{1}{2^2}\right)\right\}.$$

Osservando che:

$$-\left(\frac{n-2}{2^2}+\frac{n-3}{3^2}+\ldots+\frac{1}{(n-1)^2}\right)=-\frac{n-1}{2^2}+\frac{1}{2^2}-$$

$$-\frac{n-1}{3^2}+\frac{2}{3^2}-\ldots-\frac{n-1}{(n-1)^2}+\frac{n-2}{(n-1)^2}$$

$$=-\left(n-1\right)\left\{\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\ldots+\frac{1}{(n-1)^2}\right\}+\frac{1}{2^2}+\frac{2}{3^2}+\ldots+\frac{n-2}{(n-1)^2}$$

La quantità

$$\frac{1}{2^2}+\frac{2}{3^2}+\ldots+\frac{n-2}{(n-1)^2}$$

elidendo la quantità

$$-\left(\frac{n-2}{(n-1)^2}+\frac{n-3}{(n-2)^2}+\ldots+\frac{1}{2^2}\right)$$

si ottiene

$$P = M\left\{\left(n-1\right)\left(\frac{\pi^2}{6}-1\right)-\left(n-1\right)\left(\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\ldots+\frac{1}{(n-1)^2}\right)\right\}$$

Il polinomio

$$\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\ldots+\frac{1}{(n-1)^2},$$

come si è visto, è eguale a $\frac{\pi^2}{6}-1$ quindi risulta

$$P_n = 0.$$

Ma anche $P_1 = 0$ si avrà dunque

$$P_1 = P_n = 0.$$

Così si ottiene

$$P_2 = P_{n-1} = M\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right).$$

Infatti ponendo nell'equazione [1] per x il valore $x = 2$ abbiamo già ottenuto per P_2 questo valore, ponendo $x = n - 1$ abbiamo:

$$P_{n-1} = M\left\{\left(n-2\right)\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(\frac{n-3}{2^2} + \frac{n-4}{3^2} + \ldots + \frac{1}{(n-2)^2}\right) - \right.$$
$$\left. - \left(\frac{n-3}{(n-1)^2} + \frac{n-4}{(n-2)^2} + \ldots + \frac{1}{3^2}\right)\right\}$$

$$= M\left\{\left(n-2\right)\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(\frac{n-3}{2^2} + \frac{n-3}{3^2} - \frac{1}{3^2} + \frac{n-3}{4^2} - \frac{2}{4^2} + \right.\right.$$
$$\left.\left. \ldots + \frac{n-3}{(n-2)^2} - \frac{n-4}{(n-2)^0}\right) - \left(\frac{n-3}{(n-1)^2} + \frac{n-4}{(n-2)^2} + \ldots + \frac{1}{3^2}\right)\right\}.$$

Raccogliendo il fattore $n - 3$ si ha:

$$P_{n-1} = M\left\{\left(n-2\right)\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(n-3\right)\left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{4^2} + \right.\right.$$
$$\left. \ldots + \frac{1}{(n-2)^2} + \frac{1}{(n-1)^2}\right) + \left(\frac{1}{3^2} + \frac{2}{4^2} + \ldots + \frac{n-4}{(n-2)^2}\right) -$$
$$\left. - \left(\frac{n-4}{(n-2)^2} + \ldots + \frac{1}{3^2}\right)\right\}.$$

Gli ultimi due polinomî tra parentesi si elidono perchè sono eguali e di segno contrario, ed il primo polinomio, come s'è visto, è $\frac{\pi^2}{6} - 1$ quindi risulta

$$P_{n-1} = M\left\{\left(n-2\right)\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(n-3\right)\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right)\right\} = M\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right)$$

che è precisamente il valore trovato per P_2.

Così ponendo $x = 3$ ed $x = n - 2$ l'eq. [1] dà

$$P_3 = P_{n-1} = M\left\{2\left(\frac{\pi^2}{6} - 1\right) - \left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{(n-1)^2}\right)\right\}$$

e così di seguito. In generale si ha

$$P_x = P_{n-(x-1)}.$$

Se $x = \frac{n}{2}$ si ha la pressione al centro della sfera. Essendo x ed n numeri interi, affinchè sia $x = \frac{n}{2}$ bisogna che n sia un numero pari, ed allora si ha un numero eguale di cubetti da una parte e dall'altra del centro della sfera. Per $x = \frac{n}{2}$ l'ultima equazione dà

$$P_{\frac{n}{2}} = P_{\frac{n}{2}+1}.$$

Se $x = \frac{n}{2} - 1$ si ha:

$$P_{\frac{n}{2}-1} = P_{\frac{n}{2}+2} \text{ ecc.}$$

Osservando che

$$\frac{n}{2} \text{ ed } \frac{n}{2} + 1, \ \frac{n}{2} - 1 \text{ ed } \frac{n}{2} + 2 \ldots$$

sono punti equidistanti dal centro della sfera, da queste equazioni deduciamo un'importante proprietà e cioè che per punti equidistanti dal centro della sfera le pressioni sono eguali. Quello che avviene per un diametro avvenendo per tutti, si deduce che la pressione è costante su un dato involucro sferico concentrico.

L'equazione [1] rappresenta dunque tutti i valori della pressione P_x lungo il diametro x della sfera, ed in essa la variabile x può assumere tutti i valori dei numeri interi compresi fra 1 ed n. Se ad x si assegnasse un valore superiore ad n, l'equazione [1] non dovrebbe dare, per P_x, un valore determinato perchè il valore della pressione sarebbe per un punto fuori della sfera.

Per verificare se l'equaz. [1] soddisfa a questa condizione poniamo in essa $x = n + 1$ ed avremo:

$$P_{n+1} = M \left\{ n \left(\frac{\pi^2}{6} - 1 \right) - \left(\frac{n-1}{2^2} + \frac{n-2}{3^2} + \ldots + \frac{1}{2^2} \right) - \right.$$

$$\left. - \left(\frac{n-1}{(n-1)^2} + \frac{n-2}{(n-2)^2} + \ldots + \frac{1}{1^2} \right) \right\}.$$

Osservando che:

$$\frac{n-1}{2^2}+\frac{n-2}{3^2}+\ldots+\frac{1}{n^2}=n\left(\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\ldots+\frac{1}{n^2}\right)-$$

$$-\left(\frac{1}{2^2}+\frac{2}{3^2}+\ldots+\frac{n-1}{n^2}\right)$$

$$=n\left(\frac{\pi^2}{6}-1\right)-\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3}-\frac{1}{3^2}+\ldots+\frac{1}{n}-\frac{1}{n^2}\right)$$

$$=\left(n+1\right)\left(\frac{\pi^2}{6}-1\right)-\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\ldots+\frac{1}{n}\right)$$

e che

$$\frac{n-1}{(n-1)^2}+\frac{n-2}{(n-2)^2}+\ldots+\frac{1}{1^2}=\frac{1}{n-1}+\frac{1}{n-2}+\ldots+\frac{1}{2}+1$$

$$=1+\frac{1}{2}+\ldots+\frac{1}{n-1}+\frac{1}{n}-\frac{1}{n}$$

avremo sostituendo nell'eq. che da P_{n+1}

$$P_{n+1}=M\left\{\left(\frac{\pi^2}{6}-1\right)\left(n-(n+1)\right)+\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\ldots+\frac{1}{n}\right)-\right.$$

$$\left.-\left(1+\frac{1}{2}+\ldots+\frac{1}{n}\right)+\frac{1}{n}\right\}$$

$$=M\left\{-\frac{\pi^2}{6}+1+\frac{1}{2}+\ldots+\frac{1}{n}-\left(1+\frac{1}{2}+\ldots+\frac{1}{n}\right)+\frac{1}{n}\right\}.$$

Il polinomio $1+\frac{1}{2}+\ldots+\frac{1}{n}$, conosciuto sotto il nome di serie armonica, è, come ha dimostrato Jean Bernoulli, una serie che ha una somma infinita, quindi al crescere di n senza limite si avrà

$$P_{n+1}=M\left\{-\frac{\pi^2}{6}+\infty-\infty+0\right\}$$

ossia

$$P_{n+1}=\infty-\infty.$$

È questa una forma indeterminata che può ridursi facilmente alla forma $\frac{0}{0}$.

Ponendo

$$\varphi(n) = 1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{n}$$

$$(\alpha) \qquad \psi(n) = 1 + \frac{1}{2} + \ldots + \frac{1}{n} + \frac{\pi^2}{6}$$

ed

$$y = \varphi(n) - \psi(n),$$

se nella funzione logaritmica e^y poniamo al posto di y questo valore abbiamo:

$$e^y = e^{\varphi(n) - \psi(n)} = \frac{e^{-\psi(n)}}{e^{-\varphi(n)}} = \frac{\frac{1}{e^{\psi(n)}}}{\frac{1}{e^{\varphi(n)}}}$$

Al crescere di n senza limite, le funzioni $\psi(n)$ e $\varphi(n)$ sono infinite per cui sarà

$$e^y = \frac{\frac{1}{e^{\infty}}}{\frac{1}{e^{\infty}}} = \frac{0}{0}.$$

Ora per riconoscere se e^y ha un valore determinato bisogna trovare il valore del rapporto fra il coefficiente differenziale del numeratore ed il coefficiente differenziale del denominatore, bisogna cioè trovare

$$\frac{d \frac{1}{e^{\psi(n)}}}{d \frac{1}{e^{\varphi(n)}}}.$$

Essendo

$$d \frac{1}{e^{\psi(n)}} = \frac{d}{d\psi(n)} \left(\frac{1}{e^{\psi(n)}} \right) d\psi(n)$$

si avrà, conformemente alle regole della derivazione,

$$d \frac{1}{e^{\psi(n)}} = \frac{-e^{\psi(n)}}{e^{\psi(n)}]^2} \, d\psi(n) = \frac{-1}{e^{\psi(n)}} \, d\psi(n).$$

Analogamente si ha

$$d \frac{1}{e^{\varphi(n)}} = \frac{-1}{e^{\varphi(n)}} d\,\varphi(n)$$

e quindi

$$\frac{d \frac{1}{e^{\psi(n)}}}{d \frac{1}{e^{\varphi(n)}}} = \frac{\frac{-1}{e^{\psi(n)}}}{\frac{-1}{e^{\varphi(n)}}} \frac{d\,\psi(n)}{d\,\varphi(n)}.$$

Differenziando le equazioni (α) si ottiene

$$d\,\varphi(n) = \frac{-1}{n^2} + \frac{-1}{(n-1)^2} + \ldots$$

$$d\,\psi(n) = \frac{-1}{n^2} + \frac{-1}{(n-1)^2} + \ldots$$

I secondi membri, di queste equazioni, sono la serie reciproca dei quadrati dei numeri naturali col segno negativo sono cioè eguali a

$$\frac{-\pi^2}{6}$$

quindi

$$\frac{d\,\psi(n)}{d\,\varphi(n)} = \frac{-\frac{\pi^2}{6}}{-\frac{\pi^2}{6}}$$

e per conseguenza

$$\frac{d \frac{1}{e^{\psi(n)}}}{d \frac{1}{e^{\varphi(n)}}} = \frac{\frac{-1}{e^{\psi(n)}}}{\frac{-1}{e^{\varphi(n)}}} \frac{\frac{-\pi^2}{6}}{\frac{-\pi^2}{6}} = \frac{\frac{1}{e^{\psi(n)}}}{\frac{1}{e^{\varphi(n)}}} \times 1$$

Al crescere di n senza limite questo rapporto prende ancora la forma $\frac{0}{0}$, è dunque ancora una forma indeterminata, e che resta costantemente indeterminata perchè le differenziazioni successive sono nulle essendo il primo differenziale costante.

Questo risultato ci insegna che se nell'eq. [1] il valore di x superasse n, la pressione resterebbe indeterminata, significando, con questo, che i dati del problema non si spingono al di là di n, e che oltrepassato questo limite la quistione resta indeterminata, dando così adito ad altre considerazioni che essi non rappresentano e che, pur tuttavia, potrebbero avere influenza sul valore della pressione, come vedremo, per ultimo, quando applicheremo i risultati dell'analisi ad un caso particolare.

Nella considerazione delle serie abbiamo sempre usata l'espressione, quando n cresce senza limite. Si potrebbe, alle volte, pensare che anche il diametro della sfera dovrebbe crescere senza limite. Ciò non è perchè il diametro della sfera è uguale ad $n \Delta x$ e in questa quantità, pur avendo un valore determinato, può n crescere senza limite, purchè Δx diminuisca del pari senza limite.

Riassumendo, dunque, possiamo concludere che l'eq. [1] rappresenta tutte le variazioni della pressione P_x al variare della profondità x contata secondo il diametro della sfera ed in dipendenza, unicamente, della legge di Newton della gravitazione.

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Un regolo calcolatore di precisione.

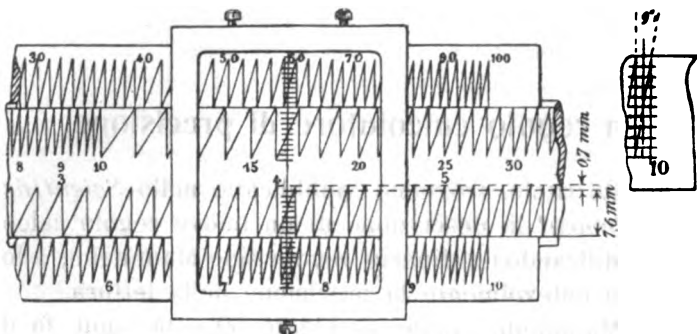
Sotto questo titolo, troviamo pubblicata nello *Scientific American Supplement* la descrizione di un nuovo regolo calcolatore, ottenuto modificando l'ordinario regolo tipo Mannheim, allo scopo di aumentare notevolmente la precisione nella lettura.

Il regolo Mannhein, quale fu ideato 50 o 60 anni fa dal suo inventore, colonnello del Genio austriaco, è senza dubbio un prezioso ed utile istrumento che dà nella lettura un errore dell'uno per cento al massimo. Allo scopo di raggiungere un'approssimazione maggiore, questo regolo è stato ora modificato nel modo che vedesi nella figura annessa, la quale rappresenta una parte del regolo col suo corsoio di vetro.

Il principio fondamentale, su cui si basa tale perfezionamento, non è affatto nuovo, e consiste in sostanza di allungare notevolmente le graduazioni senza aumentare la lunghezza del regolo. Ogni tratto corrispondente ad una divisione grande di ciascuna scala, come, per esempio, il tratto fra 5,1 e 5,2, è prolungato perpendicolarmente alla retta sede della scala stessa, in modo d'avere tante serie di queste perpendicolari, tutte di eguale lunghezza. L'estremità di ciascuna perpendicolare è poi congiunta col piede della perpendicolare vicina mediante una retta, che forma la ipotenusa di un triangolo rettangolo avente per base la corrispondente divisione logaritmica, e per altezza una determinata retta di lunghezza costante. L'insieme di tutte queste ipotenuse costituisce la nuova scala del regolo. Sul corsoio sono tracciate piccole graduazioni, normali alla linea di fede, le quali dividono le perpendicolari, e quindi anche le ipotenuse ora dette, in dieci parti uguali.

In questo regolo l'unità delle scale è di 25 cm., e l'allungamento che si ottiene in esse è di oltre 200 per cento nelle scale inferiori, e di 300 per cento e forse più in quelle superiori.

La lunghezza costante di tutte le perpendicolari alle divisioni delle scale è di 7,6 mm. (0,3 pollici), ed ogni divisione del corsoio è lunga 0,76 mm. (0,03 pollici); ciò che rende molto facile la lettura.

L'angolo minimo (v. fig.), che risulta fra la linea del corsoio

e una delle dette ipotenuse, si ha nella scala fissa inferiore, in corrispondenza della divisione 9,9 e 10; e tale angolo è dell'ampiezza di 9°.

Il corsoio, di vetro sottile, è molto aderente alle scale, in modo da evitare, per quanto possibile, ogni parallasse, ed è tenuto con tre viti, due sopra ed una sotto.

Le operazioni che si possono compiere con questo regolo sono identiche a quelle del regolo Mannheim; l'approssimazione della lettura è però aumentata dall'uno per cento all'uno per mille. Anche nella costruzione del regolo si ha un vantaggio rispetto a quello Mannheim, perchè il numero delle linee da tracciarsi è diminuito del 36 %.

In complesso il nuovo regolo è un istrumento semplice e nello stesso tempo molto preciso.

Gli impianti elettrici nell'Argentina.

Secondo un rapporto del prof. Dr. Berndt si contano nell'Argentina 37 impianti elettrici per una potenza di circa 75300 Kw. di cui 47000 Kw. circa per la città di Buenos-Aires, 21900 Kw.

nella provincia di Buenos Aires e 6400 Kw. nella provincia di Mendoza. Tutta questa energia viene assorbita per scopi di pubblica utilità; non si è tenuto conto nel rapporto degli impianti privati, epperò la somma di questi non verrebbe a modificare che in piccola parte le cifre suesposte.

Il quantitativo massimo di energia elettrica viene sviluppato in Buenos Aires (1,250000 abitanti) nelle otto centrali generatrici con sette stazioni di trasformazione statica per 12950 Kw. e dodici stazioni con trasformatori rotativi per 24490 Kw.

Tenuto conto anche degli impianti privati la quantità totale di energia sviluppata raggiunge i 99000 Kw. circa.

La maggior parte di quest'energia viene sviluppata con turbo alternatori (53630 Kw.) dei quali 49750 Kw. per la sola città di Buenos Aires; si notano poi motrici a stantuffo per una potenza di 39760 Kw.; turbine idrauliche per 5100 Kw. e finalmente motori a gas povero per 510 Kw.

Delle macchine motrici installate, il 38.3 % proviene dall'Italia (officine Franco Tosi di Legnano), il 27 % dalla Germania (principalmente da Brown-Boveri e C.), il 26 % dall'Inghilterra e dall'America. Le provenienze dall'Austria, dal Belgio, dalla Francia e dalla Svizzera rappresentano percentuali molto piccole.

Per quanto riguarda i generatori di energia elettrica, le percentuali di fornitura riguardano la Germania per il 77 %, l'Inghilterra e l'America del Nord per il 21.5 % circa; al contrario le caldaie a vapore provengono quasi esclusivamente dall'Inghilterra e dall'America del Nord con una percentuale dell'85 % (123 caldaie Balcock Wilcox, Londra), 7 % dalla Germania, 6.5 % dalla Francia e 1.5 % dall'Italia.

Concorsi.

L'Associazione Nazionale per i Congressi di Navigazione, ci comunica che Sua Maestà il Re ha concesso all'Associazione la sua Presidenza Onoraria e che i Duchi di Genova e degli Abruzzi hanno gradito di esserne Membri d'onore.

L'Associazione che ha per ora sede presso la Camera di Commercio di Milano, ha indetto il *Primo Congresso Nazionale di Navigazione* per la seconda metà del settembre 1911 a Torino delegandone l'organizzazione ad un *Comitato Locale* che ha sede presso il Politecnico di Torino.

La Presidenza di tale Comitato è composta da S. E. l'On. Paolo Boselli,

Presidente, Casana Senatore ing. Severino; Giavotto comandante Mattia, Vice Presidenti; Fontana ing. Vincenzo, segretario.

A questi deve essere diretta tutta la corrispondenza relativa al Congresso.

Il Consiglio Direttivo ha riservato a sè, come gliene fa obbligo lo Statuto, la scelta dei temi, la nomina dei relatori e la stampa delle relazioni e memorie.

Vagliando le numerose proposte pervenutigli con confortevole interessamento, dai membri, il Consiglio ha scelto i seguenti temi:

I Sezione: Navigazione interna.

Questioni.

1.° Quale tipo di sistemazione in alveo convenga adottare per ridurre a buone condizioni di navigabilità i fiumi italiani, data la fisica ed il regime delle diverse tratte del loro percorso.

Quali siano gli estremi che possono indurre alla creazione di canali laterali invece che alla sistemazione in alveo.

2.° Se convenga, date le condizioni corografiche delle principali valli italiane e tenute presenti le ragioni economiche, collegare i vari bacini fluviali fra di loro con vie interne, o per mezzo dei porti marittimi e della via del mare.

3.° Se sia necessario che la polizia della navigazione sui corsi d'acqua dipenda dagli stessi uffici e dallo stesso personale che ha la polizia e la manutenzione delle opere idrauliche relative.

Comunicazioni.

1.° Di un sistema di statistiche specialmente atto a rilevare il movimento di navigazione e di merci sulle vie d'acqua interne.

2.° Tenute presenti le iniziative dei Comitati Locali per lo sviluppo della navigazione interna, in quale miglior modo si possa dare sollecita e pratica applicazione alla legge 2 gennaio 1910 n. 9 specialmente alle disposizioni dei capi IV e V di detta legge.

3.° Organizzazione di un servizio regolare per la previsione delle piene e delle magre dei fiumi navigabili, in base ai dati pluviometrici ed idrometrici.

II Sezione: Navigazione marittima.

Questioni.

1.° I porti marittimi in relazione alle esigenze dei traffici moderni, per riguardo a:

a) costruzione e manutenzione;

b) attrezzamento, arredamento, illuminazione;

c) esercizio e amministrazione.

2.° Il regime economico più conveniente per la Marina Mercantile.

Distinzione fra industria delle costruzioni navali e industria dei trasporti. Marina libera, Marina sovvenzionata; caratteri loro differenziali.

Marina di linea e Marina irregolare. Necessità di adattare i provvedi-

menti legislativi ai diversi rami. Sovvenzioni postali, commerciali e militari. Protezionismo marittimo (premio, sgravi, facilitazioni, tariffe ferroviarie, credito navale).

3.° Problemi inerenti alla distribuzione ed al concentramento dei carichi da e verso i maggiori centri marittimi, per via di terra.

Comunicazioni.

1.° Relazione sui lavori più recenti eseguiti nei principali porti italiani, per costruzione, manutenzione, attrezzamento.

2.° Impiego del cemento armato nelle opere marittime fisse e natanti.

3.° La marina mercantile in rapporto ai trattati di commercio e di navigazione.

4.° Servizio di illuminazione delle coste.

I temi delle questioni 1.° e 2.° per la Navigazione Marittima devono intendersi come enunciazione dei limiti della materia di ciascuno di essi, come larga traccia degli argomenti svariati ma di indole omogenea che potranno singolarmente essere svolti dai relatori.

Per la trattazione di tali temi — che daranno luogo a più di quaranta Relazioni e Memorie — il Consiglio si è assicurata la collaborazione di eminenti studiosi dei quali sarà quanto prima pubblicato l'elenco.

MUNICIPIO DI VERONA.

È aperto il concorso al posto di **Direttore dell'insegnamento professionale industriale.**

Gli aspiranti devono presentare al protocollo municipale le rispettive domande, in carta da bollo da cent. 60, entro le ore 15 del giorno 15 marzo 1911, allegando i seguenti documenti debitamente legalizzati:

1.° Certificato di nascita;
2.° Certificato di cittadinanza italiana;
3.° Attestazione di sana e robusta costituzione fisica;
4.° Certificato penale;
5.° Certificato di buona condotta;
6.° Diploma di ingegnere, od altro titolo sufficiente a dimostrare l'attitudine al posto in concorso.

I documenti di cui ai n. 2, 3, 4, 5 devono avere una data non anteriore a tre mesi da quella del presente avviso.

Il Direttore dell'insegnamento professionale industriale non ha obbligo di insegnare: a lui compete lo stipendio annuo di L. 4500: gli potrà inoltre essere assegnata una retribuzione di L. 1000 o più per incarico di insegnamento.

La nomina è di competenza del Consiglio Comunale, ed ha la durata di un triennio, dopo il quale periodo viene sottoposta allo stesso Consiglio la conferma stabile.

L'eletto dovrà assumere l'ufficio all'inizio del prossimo anno scolastico.

Il Direttore viene inscritto alla Cassa di Previdenza per le pensioni ai se-

gretari ed altri impiegati comunali, istituita con la legge 6 marzo 1904, n. 88.

Le attribuzioni, i diritti ed i doveri inerenti al posto messo in concorso, sono indicati dal regolamento organico per gli uffici municipali, nonchè da quello speciale per l'insegnamento professionale industriale, i quali regolamenti sono ostensibili presso la Segreteria del Comune.

La scuola industriale trovasi in corso di istituzione, così che il Direttore deve curarne l'impianto ed il funzionamento.

Il sindaco
E. GALLIZIOLI.

Verona, li 23 gennaio 1911.

Concorso per un progetto di edificio scolastico.

MUNICIPIO DI CODOGNO.

È aperto un concorso a premi per la compilazione di un progetto tecnico-finanziario per un edificio scolastico da erigersi in Codogno traendo partito dalle aree libere e dai fabbricati costituenti il Collegio Ognissanti, esclusa la parte di essi occupata dal Ginnasio e dalla Scuola Tecnica.

Una Commissione nominata dalla Giunta Municipale e scelta fra persone di notoria competenza della Provincia, giudicherà inappellabilmente i progetti che saranno stati presentati in tempo debito (15 aprile 1911) alla Segreteria del comune di Codogno e dividerà fra i due o al più fra i tre che stimerà migliori, e in quella proporzione che riterrà equa **il premio di L. 3000 (lire tremila)** già votato dal Consiglio Comunale.

Il Consiglio Comunale poi delibererà definitivamente sulla scelta di quello fra i progetti che riterrà opportuno di far eseguire.

Per schiarimenti rivolgersi al segretario avv. E. PIATTI.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, *Gerente.*

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

Imp.to Idroelettrico Municipale della Città di Rovereto (Trentino).

con Centrale al Ponale

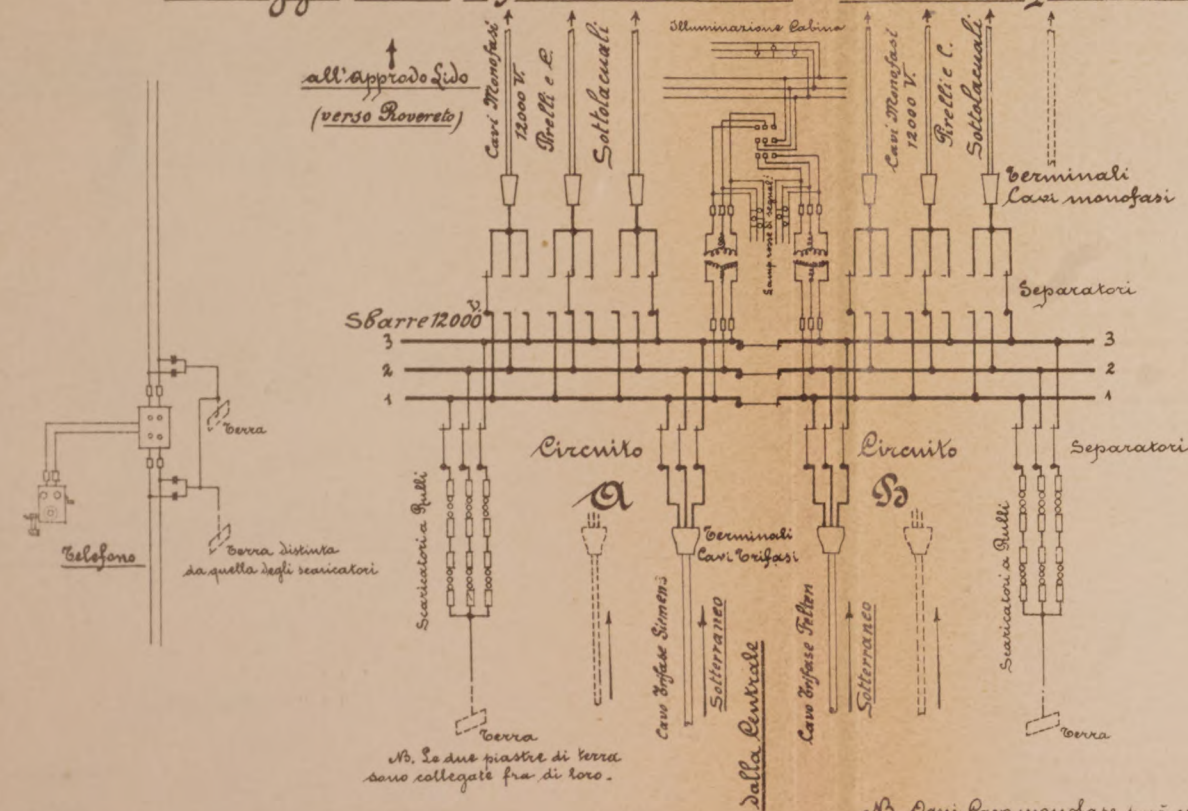
Schema Approdo Lido

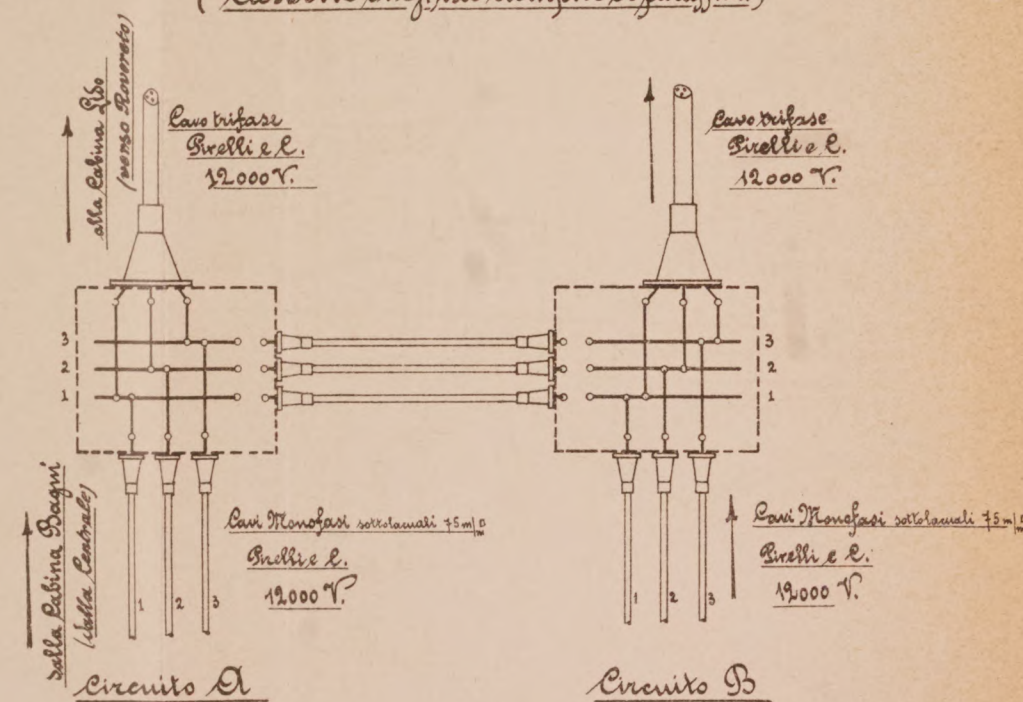
(Cassette di Ghisa riempite di paraffina)

Cavo trifase Pirelli e C. 12000 V.

Cavo trifase Pirelli e C. 12000 V.

Cavi Monofasi sottolacuali Pirelli e C. 12000 V.

Circuito A

Circuito B

N.B. Ogni Cavo monofase può essere congiunto con una sbarra qualsiasi, per modo che si può - per qualsiasi Cavo lacuale guasto - costituire un circuito trifase completo.

Osservazioni

Ogni cavo monofase, ed ogni conduttore dei cavi trifasi, può essere congiunto, (mediante perni già pronti), a qualsiasi sbarra della relativa cassetta.
Le due cassette hanno collegamenti e perni già pronti, per modo di unire una sbarra qualsiasi di una cassetta, con una qualsiasi dell'altra.
Ciò è previsto per potere in caso di guasto, e di riparazioni, avere sempre un circuito trifase in funzione.
Le cassette sono ermeticamente chiuse e riempite di paraffina.

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

DI ALCUNI IMPIANTI
PEL
TRASPORTO DELL'ENERGIA ELETTRICA

Estratti dal periodico **"IL POLITECNICO,,**
Giornale dell'Ingegnere Architetto Civile Industriale di Milano
(abbonamento annuo L. 24 per l'Italia)

Disp. 1.ª — Impianto di Rheinfelden
» di Chèvres presso Ginevra
» di Lione - Canale di Jonage . . . L. 2.50

Disp. 2.ª — Impianto di Paderno - Canale di Paderno . . L. 2.—

Disp. 3.ª — Impianto di Castellamonte
» di Vizzola . . . . L. 2.—

Disp. 4.ª — Impianto di Lanzo
» di Villadossola - Intra
» di Morbegno . . . . . . L. 2.50

Disp. 5.ª — Impianto della Società delle Ferrovie e Tramvie elettriche Varesine
Impianto Idroelettrico di Corrido della Società Comense A. Volta
Impianto Idroelettrico di Turbigo . . . . L. 3.—

Disp. 6.ª — Impianto di Castellanza
» di Gromo
» Idroelettrico del Brembo (Centrale di Zogno).
La Centrale Idroelettrica sul Sill presso Innsbruck (*esaurita*) . . . . L. 3.—

Disp. 7.ª e 8.ª — Impianto Idroelettrico del Tusciano — La Centrale Idroelettrica della Ontario Power C.
Impianto del Caffaro.
» Idroelettrico di Trezzo sull'Adda
» Idroelettrico di Buffalora Ticino
» Idroelettrico di Pont Saint Martin
La Centrale Elettrica di Castellanza . . . . L. 5.—

Disp. 9.ª — Impianto del Pescara
» di Moutiers
» sul Sill presso Innsbruck
» del Cellina . . . . L. 3.—

Disp. 10.ª — (*esaurita*).

Disp. 11.ª — Impianto Idroelettrico dell'Anza . . . . . L. 3.—

Disp. 12.ª — Impianto Idroelettrico di Svälgfos presso Notodden (Norvegia) e le opere di regolarizzazione dei confluenti principali
Impianto Idroelettrico di Brillanne-Villeneuve
» Idroelettrico della Urftal
» Idroelettrico delle Camerate per le cartiere Maffizzoli di Toscolano (Garda) . . . L. 5.—

Disp. 13.ª — Un impianto idroelettrico moderno in America
Canale ed impianto idroelettrico Milani sull'Adige presso Verona
L'impianto Idroelettrico presso Champ (Isère) della Société de Fure et Morge
La Centrale termoelettrica delle Ferrovie dell'Hudson e di Manhattan in Jersey City . L. 4.—

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 4 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 28 Febbraio 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.
Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria Milano, Via Ausonio, 22

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

SOCIETÀ ANONIMA
FORNITURE ELETTRICHE
CAPITALE VERSATO L. 600.000
Sede in MILANO: Via Castelfidardo, 7
FILIALI:
GENOVA: Via Consolazione, 7 R
FIRENZE: Via Orivolo, 39
TORINO: Corso Oporto, 21

IMPIANTO IDROELETTRICO MUNICIPALE DELLA CITTÀ DI ROVERETO (Trentino)

con Centrale al Ponale e con linea composta di cavi trifasi sotterranei, cavi monofasi sottolacuali, conduttori aerei

Ing. Alessandro Panzarasa

(continuazione, vedi n. 3 - colle tavole 8 a 11)

Quanto alle prove di attacco e di distacco del carico si ebbero i seguenti risultati:

Attaccando di colpo 1000 Kw., il che corrisponde a 1500 cav. sviluppati dalla turbina, i giri da 375 a vuoto scesero a 345, poi salirono a 380, scesero a 368, e si fissarono in 365 e ciò nel termine di 45 secondi. La pressione da 300 metri che era a vuoto, scese a 265 m., salì a 315 m. e si mise subito a regime a 300 m. circa. Perciò la massima diminuzione di giri fu dell'8 %.

Distaccando di colpo 1000 Kw. i giri da 370 salirono a 410, poi scesero a 377 per arrestarsi a 380. La pressione da 300 m. salì a 320, diminuì a 290, salì a 310, scese poi a 300, il tutto in 27 secondi. Nel distacco di tutto il carico di 1500 cav. l'aumento di velocità fu del 10,7 % a vece del 12 garantito.

Notevolissimo è poi il piccolo aumento di pressione nella tubazione per il distacco di 1000 Kw. poichè si ha un aumento del 6,65 % invece del 10 % garantito.

Questi risultati ottimi sono dovuti all'azione veramente buona del pendolo congiunto allo scarico sincrono ed alla lunghezza della tubazione, breve in confronto del salto.

Macchinario elettrico. — Il macchinario elettrico si compone di due alternatori trifasi ognuno da 1000 Kw. normali con cos $\varphi = 0,80$, giri 375, frequenza 50 periodi, 12 — 13000 Volt fra fase a fase; e di due dinamo a corrente continua ognuna da 130 Kw. 120 Volt — 600 giri — il tutto della casa Oerlikon.

Gli alternatori hanno avvolgimenti primari a stella, bobine ricambiabili e costruite col tipo uso cavi per dare un affidamento di isolamento ottimo, non solo nei primi tempi del funzionamento, ma anche dopo molti e molti anni.

È noto che se i fili hanno aria frammezzo a loro, per effetto dell'effluvio si producono composti nitrati che rovinano dopo un certo tempo l'isolamento.

Tale effluvio è tanto più sensibile quanto più alta è la tensione

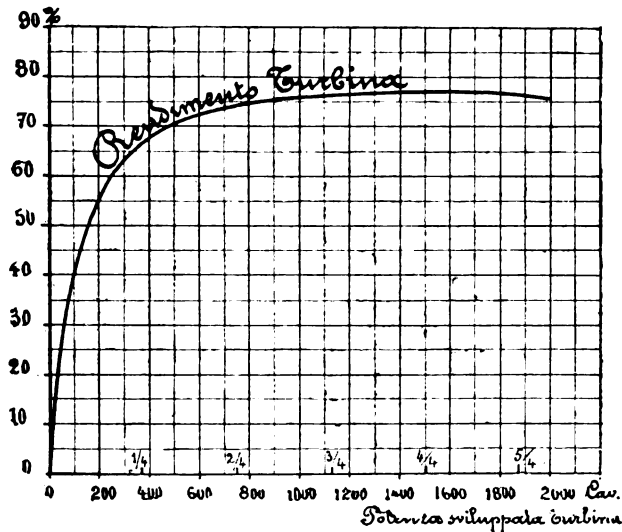



Fig. 16.

e perciò nel nostro caso era assai importante prendere disposizioni adatte.

Per ottenere una curva di tensione molto vicina alla sinusoidale, i poli degli alternatori sono obliqui.

La fig. 19 rappresenta due curve che ottenni a vuoto con un oscillografo Siemens nelle prove di avviamento della Centrale, l'una a 12000 l'altra a 14000 Volt, curve che si possono, industrialmente parlando, considerare come buone.

Gli alternatori dovevano avere i seguenti rendimenti:

Frazione carico	Potenza sviluppata	Rendimenti eccitaz. compresa per cos φ = 1	cos φ = 8,80
$^1/_4$	250	89,5	89,2
$^2/_4$	500	93,5	93,-
$^3/_4$	750	95,5	94,8
$^1/_4$	1000	96,-	95,-
$^5/_4$	1250	96,2	95,5

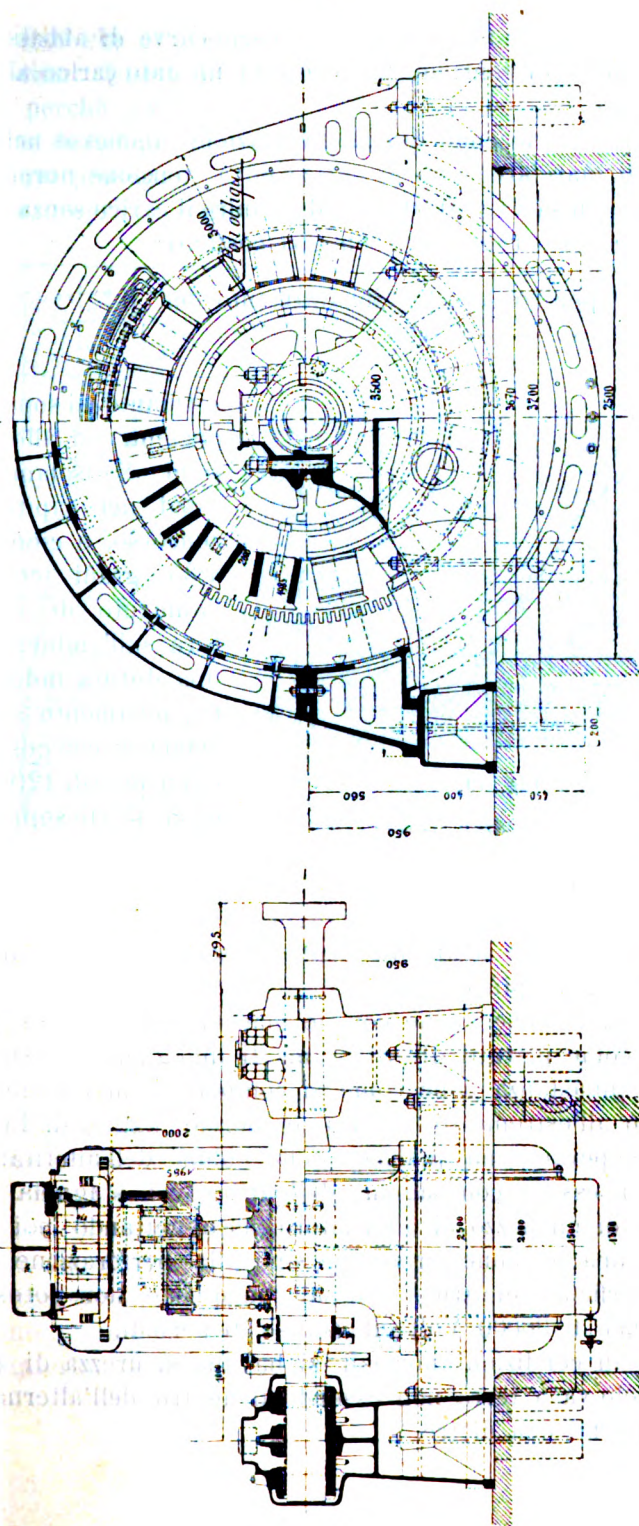



Fig. 17 e 18. — Alternatore trifase Oerlikon 12-13000 Volt — 375 giri — 50~ — 1200-1400 Kw.

Per la regolazione furono garantite varie curve di abbassamenti od innalzamenti di tensione partendo da un dato carico alla tensione normale.

Per semplicità accenno qui alle variazioni ammesse nella supposizione di marciare a pieno carico ed a tensione normale con cos $\varphi = 1$ e con cos $\varphi = 0{,}80$ e di diminuire il carico senza toccare nulla nel reostato regolatore con giri costanti:

per cos $\varphi = 1$ innalzamento del 6 %
» » $\varphi = 0{,}80$ » » 16 %

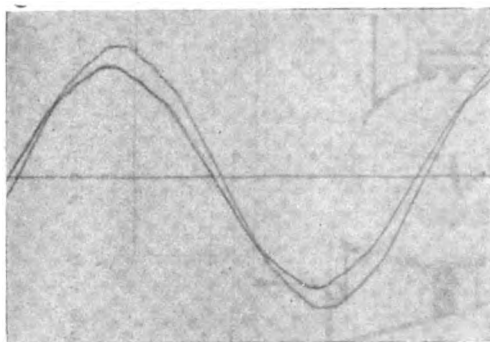



Fig. 19.

Quanto ai soprariscaldamenti ed alle condizioni di isolamento, le fissai nel capitolato di concorso, e cioè limitai a 35 gradi centigradi l'aumento di temperatura sull'ambiente dopo una durata indefinita di funzionamento al carico 1000 Kw. con cos $\varphi = 0{,}80$ e tensione di 12000 Volt, ed a 45° il soprariscaldamento col sovracarico del 25 % (1250 Kw., cos $\varphi = 0{,}80$) dopo due ore a partire dal regime di carico normale.

Per l'isolamento decisi di aggiungere alle solite condizioni contrattuali che fissano solamente prove di tensione sulla macchina finita, altre prove più concludenti.

A me sembra che anche con le macchine elettriche si deve procedere come in tutti gli altri rami di ingegneria. Si deve cioè conoscere abbastanza bene come si comporti il materiale impiegato spinto all'estremo di rottura e perciò aggiunsi la condizione di adoperare una qualsiasi delle bobine dell'alternatore per formare con essa e con sagome di legno e con stagnola una riproduzione di un pezzo di alternatore, assoggettando poi questa bobina ad una tensione crescente sino alla perforazione ed allo scatto superficiale elettrico, e fissai che questo non potesse avvenire prima di 36000 Volt efficaci — 50 periodi.

Con ciò in condizioni normali si ha una sicurezza di cinque, e se un polo va a terra non essendo il neutro dell'alternatore a terra, se ne ha una di tre.

I risultati che si ebbero per la sovratemperatura furono veramente buoni. Questa non raggiunse neppure il limite fissato, già piccolo, perchè invece di una sovratemperatura di 35° C. se ne ebbe una di 32° per la energica ventilazione che la macchina coi poli obliqui produce.

Questa proprietà è per me di capitale importanza poichè dà

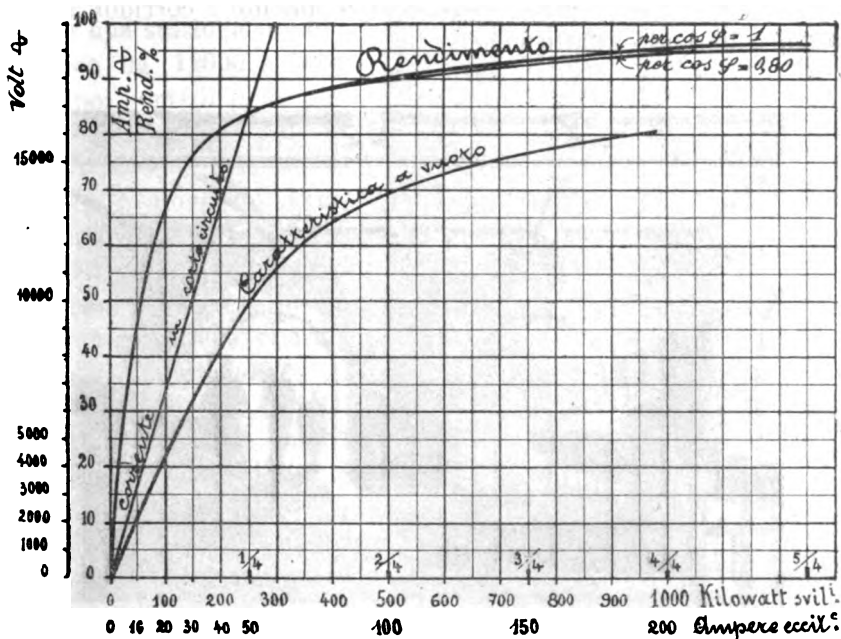



Fig. 20.

affidamento di lunga durata delle macchine elettriche, ed è da ottenersi anche a scapito di qualche frazione di unità percentuale di rendimento.

I rendimenti misurati sono riportati dal diagramma fig. 20. Gli alternatori possono marciare, anzichè al sovracarico del 25 %, a quello del 40 %, ossia a 1400 Kw.

Il fabbricato che racchiude le macchine ha una lunghezza di m. 10, è lungo m. 38 ed è prolungabile e munito di una gru.

Il tetto è in cemento armato, ed il soffitto è costituito da travi principali e secondarie, che formano dei grandi riquadri. Si è potuto ottenere un aspetto interno abbastanza soddisfacente facendo uno zoccolo in rosso scuro lucido, le pareti e soffitto in tinta paglierina, e dando agli spigoli smussati delle travi una tinta verde.

Conduttori di collegamento e Quadri. — Le condutture di collegamento tra le macchine elettriche ed il locale quadri sono contenute nel corridoio laterale al canale collettore di scarico. Esse sono costituite da cavi trifasi per l'alta tensione, e da cavi singoli per tutto ciò che è corrente continua.

L'uso di cavi mi ha sempre dato ottimi risultati in tutte le Centrali progettate: esso libera completamente i corridoi sotterranei, e li rende affatto sicuri.

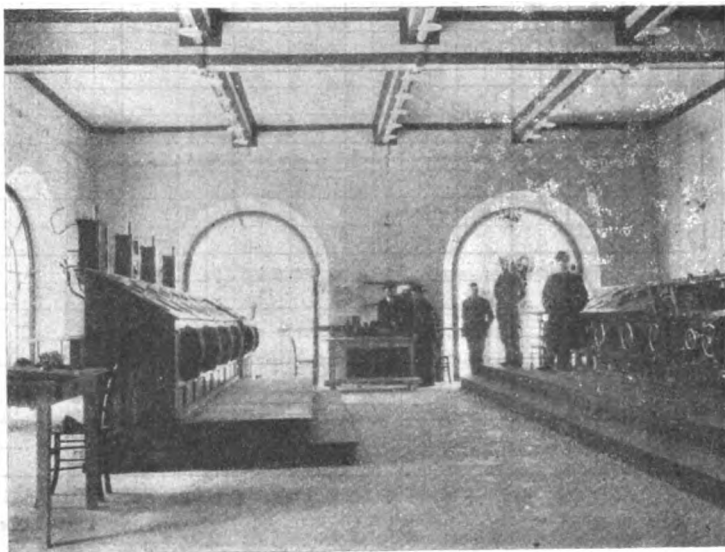



Fig. 21.

Normalmente al fabbricato delle macchine ed a quello delle tubazioni progettai il fabbricato quadri, che consta di 4 piani.

Il primo contiene i terminali dei cavi che vengono dagli alternatori, i trasformatori di corrente e di tensione per gli istrumenti e per gl'interruttori automatici, le sbarre e gli scaricatori ad acqua inseriti nelle sbarre.

Il secondo è destinato agli interruttori automatici ed a coltelli.

Il terzo forma il palco di manovra e degli istrumenti, ed il quarto contiene gli scaricatori a corna ed a rulli, ed i terminali dei cavi trifasi delle linee.

È evidente che pur avendosi cavi trifasi nella linea, in montagna è più conveniente sviluppare un fabbricato quadri in altezza che in proiezione orizzontale, e così i terminali dei cavi

trifasi della linea sono in alto anzichè in basso come avviene in quasi tutte le Centrali con reti a cavi.

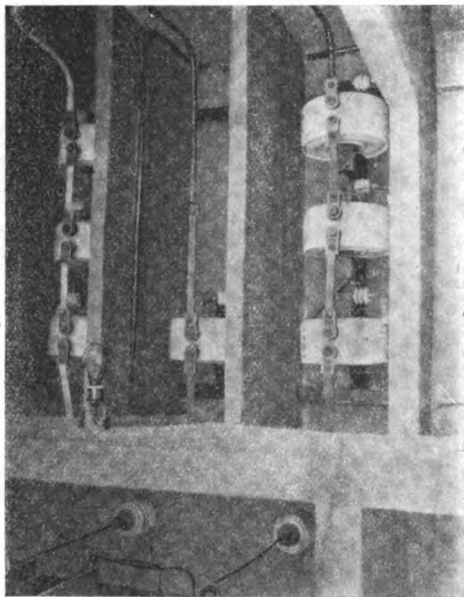
Qui poi io volevo dare un'estensione abbastanza larga agli scaricatori, avendosi una linea così accidentata, e perciò questi presero posto molto bene al quarto piano. Con ciò si facilita poi la via per qualsiasi linea aerea che nel futuro si dovesse costruire.

Nel quarto piano si mise anche una stazione trasformatrice da 12000 a 5000 Volt pei servizii delle piccole borgate di Val di Ledro, verso le quali il Municipio di Rovereto s'impegnò per un certo quantitativo di potenza, in cambio del permesso avuto per lo sfruttamento della energia idraulica del Ponale.

Fig. 22.

Lo schema della Tav. IV indica chiaramente tutti i varii apparecchi ed istrumenti impiegati.

Come già dissi, il quadro è tutto cellulare. Per ottenere la dimensione delle celle mi prefissi una certa sicurezza tra la tensione di funzionamento e quella di scatto tra un punto qualsiasi a tensione e la parete della cella.

Quale sicurezza mi parve opportuno scegliere quella di cinque. Ora rammentando che se un polo è a terra si ha una tensione di 12000 Volt tra un punto a tensione e la cella, ne deriva che la distanza tra esso punto e la cella dovrà essere quella che corrisponde alla distanza esplosiva tra punta e piano nell'aria per la tensione di $5 \times 12000 = 60000$ Volt. A 60000 Volt corrisponde secondo le esperienze dell'ing. Jona tra punta e piano una distanza di 106 mm. A questa distanza bisogna aggiungere anche qualche cosa per tener conto delle irregolarità del muro, e perciò arrivai alla conclusione che la minima distanza di disegno tra celle e punto qualsiasi a tensione degli apparecchi dovesse essere di 120 mm.

Con questo procedimento e tenendo le sicurezze in relazione alle tensioni di funzionamento, ottenni già da molti anni delle distanze razionali per i disegni delle celle, e dei quadri in generale che mi riserbo di pubblicare fra breve.

Fra gli apparecchi degni di nota è opportuno rammentare i trasformatori di corrente Oerlikon che facilitano assai la costruzione dei quadri, e gli interruttori che hanno un recipiente d'olio per ogni fase e per ogni contatto, e che permettono una visita ai contatti ed all'olio ed eventuali ricambi in brevissimo tempo.

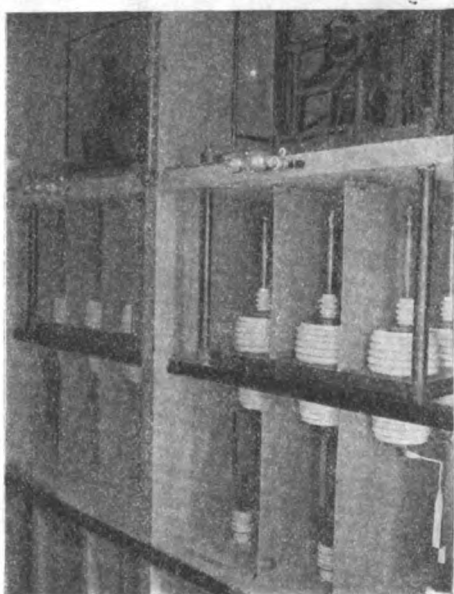



Fig. 23.

Tutti gli apparecchi, ed il montaggio relativo, furono affidati alla Casa Oerlikon, solo gli scaricatori vennero montati dagli operai del Municipio ed acquistati dalla Siemens e dalla Union.

Di scaricatori ne previdi di tre specie rispondenti alle tre funzioni, di scariche a bassa, media e ad alta frequenza, ed adottai perciò scaricatori a getto liquido continuo, a rulli, ed a corna, questi ultimi con resistenze metalliche in olio, di entità tale da permettere il passaggio di una corrente di 12 Amp. senza della quale l'arco non funziona bene. La resistenza è di 610 Ohm.

Le corna poi anzichè essere una per fase sono cinque per ogni fase, con prese intermedie da una bobina di autoinduzione. Gli scaricatori a rulli hanno coltelli, e le bobine d'autoinduzione colle relative corna hanno un ponte per modo da poter essere escluse senza interrompere il servizio. Le fig. 24 e 25 e lo schema indicano abbastanza chiaramente i dispositivi.

La distanza fra le corna fu tenuta per uno scatto corrispondente ad una volta e mezza la tensione di funzionamento ossia a 18000 Volt.

Trattandosi di linea a cavi sotterranei e sottolacuali, dove la

conoscenza dello stato dell'isolamento è assai importante, installai un apparecchio di prova di isolamento a tensione, della Casa Sie-

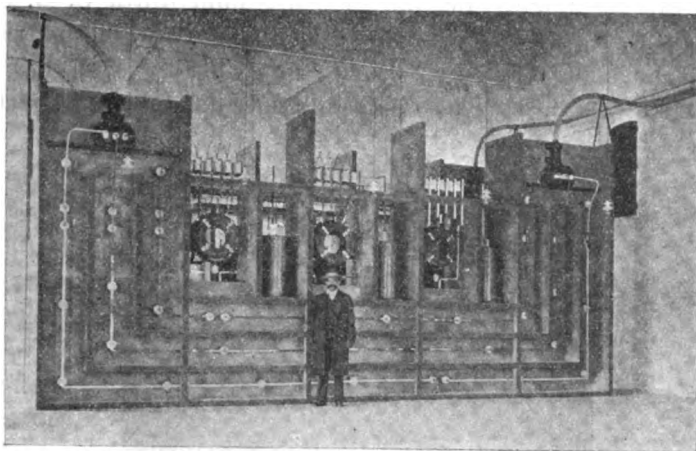



Fig. 24.

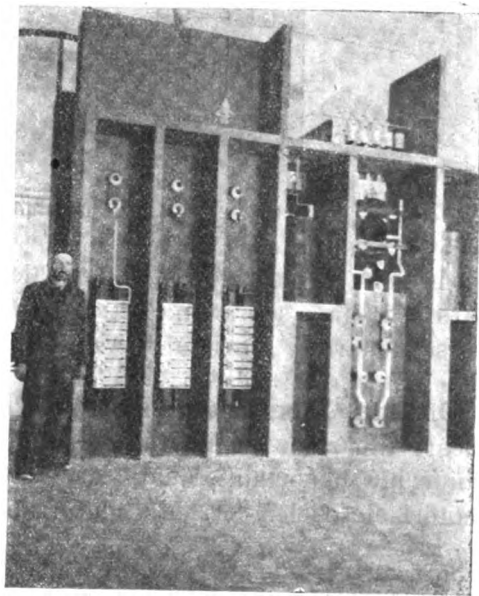
mens, ed il cui funzionamento è basato sull'effetto della corrente continua ottenuta da una pila in un voltometro a magnete permanente, mentre su di esso non ha effetto la corrente alternata.

Per impedire che attraverso al voltometro passi una corrente alternata troppo forte v'è aggiunta una bobina di autoinduzione.

Fig. 25.

Oltre agli interruttori automatici in ogni linea a cavo, per impedire che nell'atto di inserimento del cavo nascano correnti eccessive di carica e fenomeni di sovratensioni, è interpolato un interruttore della Casa Siemens, con resistenze che vengono poi man mano tolte.

Ogni macchina è dotata di Wattometro e in ogni linea è inserito un Wattometro registratore. Così pure vi è un Watto-

metro totalizzatore registratore ed un Voltometro pure registratore.

Tutti gli istrumenti furono costruiti dalla Ditta C. G. S., già Olivetti e C. di Milano, tranne i Wattometri e Voltometri registratori che sono della ditta Hartmann e Braun.

Dal locale degli scaricatori i cavi scendono lungo le pareti in-

Fig. 26. — Celle dell'indicatore di terra.

terne sino al piazzale della Centrale, e da questo dopo aver passato il Ponale sopra un ponticello si dirigono salendo la montagna verso la strada erariale di Valle di Ledro.

Officina Riparazioni. — Annessa alla Centrale in capo al locale tubazione fu costruita un'officina di riparazioni colle macchine più importanti, quale tornio, trapano, ecc., comandate da motori elettrici a corrente continua.

La costruzione del fabbricato della Centrale venne affidata alla Ditta Odorico e C. che la condusse a termine in meno di nove mesi.

CAPITOLO IV.

Linea e Cabine — Stazioni trasformatrici primarie Rete in Rovereto e nei Comuni — Accessori — Rete telefonica.

Per le ragioni esposte nel Cap. I., e cioè per la poca sicurezza che avrebbe presentato una linea aerea nella prima parte del tracciato e per il rifiuto di Riva di lasciarsi attraversare con cavi sotterranei, la linea costruita è formata da cavi trifasi, poi da cavi monofasi sottolacuali, indi ancora da cavi trifasi e da ultimo la linea aerea (vedi fig. 2).

Fig. 27.

I varii tronchi sono divisi da cabine, nelle quali hanno posto coltelli di sezionamento e scaricatori.

Per poter procedere rapidamente e sicuramente a tutte le verifiche e riparazioni senza interrompere l'esercizio e per poter tener separati i circuiti luce e forza da quelli di trazione, l'assieme dei circuiti partenti dalla Centrale e le cabine sono state divise in due parti, dette A e B, completamente identiche (vedi schemi Tav. V e VI). Per il momento, essendo stati posati solo due cavi trifasi, ogni parte è alimentata da un solo circuito, ma tutto è disposto perchè ogni porzione possa in seguito essere congiunta a due cavi trifasi.

Il tracciato della linea e le relative cabine sono date dalla seguente tabella:

Dalla Centrale alla Cabina Bagni, *cavi trifasi sotterranei* . . . . Km. 3,600

Dalla Cabina Bagni — Approdo Lido, *cavi monofasi sottolacuali* . . . . » 0,850

A riportarsi Km. 4,450

Riporto	Km.	4,450
Dall'approdo Lido — Cabina Lido, *cavi trifasi sotterranei*	»	0,450
Dalla Cabina Lido — Cabina Linfano, *cavi trifasi sotterranei*	»	2,400
Totale Cavi	Km.	7,300
Dalla Cabina Linfano alla Stazione trasformatrice primaria di Roveroto, *linea aerea*	»	16,200
Totale Lunghezza	Km.	23,500

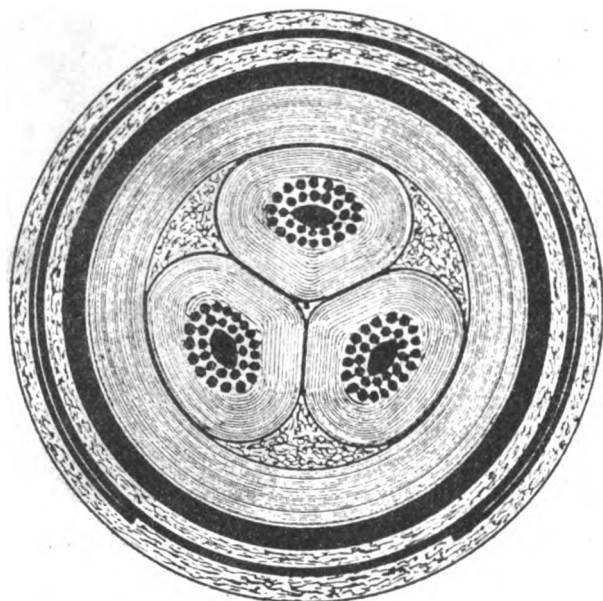



Fig. 28. — Cavo trifase sotterraneo 3 × 75 mmq. - 13000 Volt. Siemens & Halske e Felten & Guillaume.

I **cavi trifasi** partenti dalla Centrale sono in numero di due, ognuno della sezione di 3 × 75 mmq. Fu tenuta questa sezione di 75 mmq. anzichè quella di 50 della linea aerea perchè l'aumento del costo dei cavi per passare da 50 a 75 era assai piccolo in confronto al costo della posa in opera di tutta la parte sotterranea e sottolacuale, e perchè alla Cabina Linfano, termine dei cavi, vi potrà essere l'eventuale derivazione di energia per l'azionamento di ferrovie. Così si può ritardare d'assai la posa di altri cavi tra la Centrale e Linfano.

I cavi trifasi sotterranei cono stati affidati per metà alla Casa Siemens & Halske e per metà alla Felten & Guillaume entrambe di Vienna che li proposero affatto identici.

Hanno una sezione di 3 × 75 mmq. con spessore di isolante fra i fili e fra filo e piombo di 12 mm. L'isolante è costituito di carta imbevuta in olio ed è racchiuso da un tubo di piombo dello spessore di 3 mm., poscia viene uno strato di compound, carta compound, juta compound, complessivamente di 2,5 mm. Viene poi l'armatura costituita da due nastri di ferro dello spessore di 1 mm. ciascuno, ed infine uno strato di goudron, juta, asfalto per 2,5 mm.

Fig. 29.

Il diametro esterno è di mm. 78,3. È permesso un minimo raggio di curvatura di 800 mm. La lunghezza di fabbricazione di ogni tratto è di m. 225, ed il peso per Kilometro è di 16,000 kgr., perciò ogni pezzo pesa kgr. 3600 oltre alla bobina che pesava 400 kgr.

La capacità per kilometro è di microfarad 0,25, e la resistenza di isolamento di 300 megohm per kilometro. La densità di corrente ammessa è di 2 Amp.: mmq.

Per le prove di rigidità dielettrica fissai la tensione di 24,000 Volt fra fase e fase, e fra fase e piombo, su tutta la fornitura. Inoltre su tre campioni si doveva procedere alla perforazione, la quale non doveva avvenire prima di 48,000 Volt; condizioni che furono completamente e largamente soddisfatte.

L'unica differenza nella fornitura tra Siemens e Felten consiste nelle giunzioni di collegamento, e nei terminali. Nella fig. 29 la cassetta a sinistra è della Siemens mentre quella di destra è della Felten.

Nella posa si è sempre mantenuto il cavo Siemens alla sinistra per chi guarda verso Rovereto (direzione del trasporto d'energia).

Lo scavo per la posa dei cavi trifasi, ed il trasporto sulla strada del Ponale che ha pendenze oltre al 10 %, richiesero molte precauzioni. Lo scavo è tutto in roccia, e la strada è stretta,

tanto che una volta aperto il canaletto passava a stento il carro di trasporto. La strada inoltre è molto frequentata da carri, e perciò si dovette ricorrere a guardie alle due testate nel tronco di 250 m. in cui si faceva lo scavo, per lasciar passare prima una serie di carri in una data direzione, e poi quella dell'altra. Alla sera venivano sparate le mine, nel giorno dopo si liberava per bene il canale, e nella notte successiva si faceva il trasporto di una bobina Siemens e di una Felten, e poi all'alba i cavi si posavano. Così si ingombrava il meno possibile la strada coi grandi carri di montaggio, che pesavano, tra carro, bobine e cavi, 6100 kgr., e che dovevano essere trainati da molti e robustissimi cavalli.

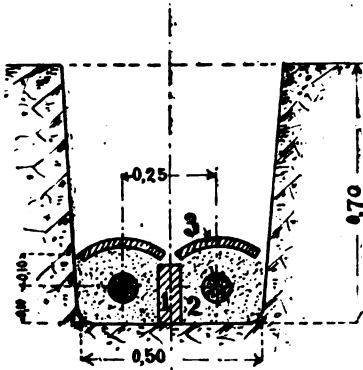



Fig. 30.

Nel tronco Sperone-Cabina Bagni vi è poi la conduttura di

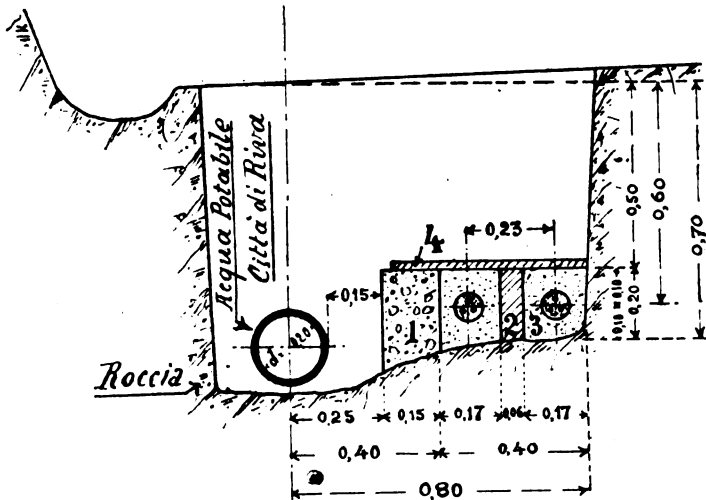



Fig. 31.

acqua potabile di Riva, e lo scavo doveva essere fatto in vicinanza a detta tubazione, poichè dall'altra parte della strada c'è già il cavo sotterraneo della città di Riva che proviene dalla sua Centrale. Ciò non ostante colla scelta di ottimi operai, e colla istituzione di premii da consegnarsi solo nel caso che non avvenissero guai, e che il lavoro fosse terminato in un dato periodo

di tempo, si ottenne uno scavo regolare e sollecito poichè in meno di tre mesi il tronco Centrale-Bagni, che è lungo 3600 m. e tutto in roccia, fu terminato.

Alla *Cabina Bagni* inizia il tronco della **linea sottolacuale**.

Il trasportare notevole quantità d'energia attraverso ad acqua con cavi subacquei a tensioni elevate era un problema che, nel 1903 epoca dei primi miei studii, non era ancora stato per quanto mi consta risoluto. E le difficoltà in vero non mancavano.

Anzitutto quale tensione si poteva ammettere e quale sezione di conduttore, ed i cavi dovevano essere trifasi o monofasi? L'i-

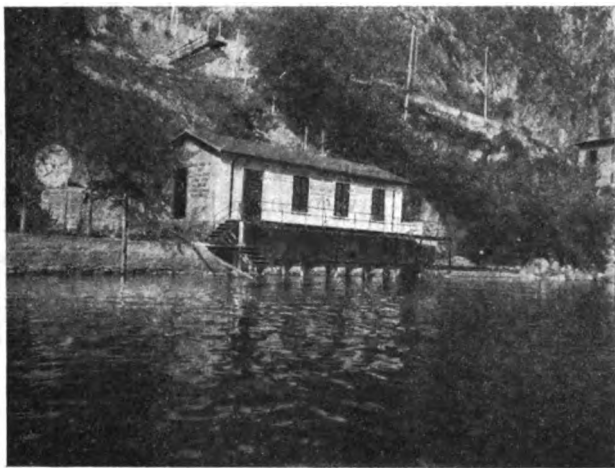



Fig. 32.

solante poteva essere di sola gomma con protezione di piombo per l'impermeabilità, oppure bastava la gomma, od infine occorreva come nei cavi sottomarini la guttaperca? Dovevano i cavi essere costruiti in un sol pezzo, e potevano senz'altro essere formati da varii tronchi con giunti costruiti in posto? E l'armatura esterna poteva essere di fili di ferro oppure di nastri di ferro, o doveva essere di materiale non magnetico, o se di materiale magnetico, doveva il circuito attorno al conduttore, nei cavi monofasi, essere interrotto? E ciò senza parlare del modo di costruire gli approdi, dove avvengono fenomeni d'effluvio per il passaggio dall'acqua all'aria, e dove avvengono fenomeni di corrosioni più facili per l'effetto dei moti d'acqua contro le sponde. Si doveva poi prevedere come eseguire le riparazioni in caso di guasti.

Per procedere alla risoluzione di queste importanti questioni, richiesi anzitutto all'illustre geologo prof. Taramelli, al quale rivolgo qui le parole di più sentite grazie, affidamenti sulla natura del fondo del Lago di Garda, e posai due tratti di funi metalliche rivestite di juta nei punti probabili d'approdo per determinare l'influenza delle onde e delle roccie. Poscia interpellai le migliori case costruttrici dalle quali ebbi proposte non tutte accettabili.

È evidente anzitutto che i cavi dovevano essere costruiti in un sol pezzo, perchè se giunti sono indispensabili in caso di guasti, non era prudente azzardarsi in un esercizio così nuovo, cominciando dall'impiegare punti deboli, come sono i giunti.

Partendo da questa idea e da quella che non convenisse allontanarsi dai cavi trifasici, molte case proposero di costruire cavi di sezione piccola, per non arrivare a pesi proibitivi. Ma ciò, data la limitazione della tensione proposta, importava l'impiego di molti cavi per trasportare anche soli 4000 kilowatt.

Due sole case proposero cavi monofasi, da costruirsi in un sol pezzo, ma l'una impiegava quale isolante la sola gomma, e per armatura fili di bronzo, l'altra, e cioè la Ditta Pirelli e C., offriva due tipi studiati dall'egregio ing. Jona, entrambi con isolante di gomma rivestita da uno strato di guttaperca per l'impermeabilità, ma in una variante impiegava armatura con fili di bronzo, e in un'altra fili d'acciaio rivestiti di juta, con una differenza di costo in più per il tipo ad armatura di bronzo del 25 %.

Quale tensione, la Ditta Pirelli proponeva di stare intorno ai 12-13000 Volt.

Per il costo eccessivo dei cavi trifasi, e per la difficoltà di riparazioni essendo i giunti trifasi ben più complicati che non i giunti monofasi, era da escludersi senz'altro il loro impiego. Non restavano che i cavi monofasi, dei quali però bisognava considerare per bene le condizioni di funzionamento per rispetto all'autoinduzione, permeabilità dell'acqua, ecc.

Fra le proposte di cavi monofasi era chiara la superiorità di quelli della Ditta Pirelli, perchè coll'impiego di guttaperca si risolveva assai bene e sicuramente il problema della impermeabilità. Come è noto la gomma dopo qualche tempo assorbe acqua e perde la sua qualità isolante. In quanto alla preferenza da darsi all'armatura di bronzo, od a quella di fili d'acciaio, tutto dipendeva dal comportamento elettromagnetico di un tale cavo, poichè se i risultati fossero stati buoni, era evidente l'importanza del risparmio che si otteneva coll'armatura di fili d'acciaio. Perciò prima di decidere procedetti ad un'analisi teorica di tali cavi.

Coll'analisi che sarebbe troppo lungo riportare qui, esaminai dapprima quale coefficiente d'autoinduzione ne sarebbe risultato confrontando cavi con armatura a ferro continua, e discontinua. La differenza risultò assai grande, e, come era da attendersi, nei cavi ad armatura discontinua più che il ferro prende notevole importanza la distanza tra i cavi. Per una distanza di 20 m. tra cavo e cavo, come si poteva presumere che nella posa sarebbe risultata, ricavai che il coefficiente d'autoinduzione per kilometro di cavo era nell'intorno di 2 millihenry, mentre nell'aria in una linea trifase con distanze di 75 cm. tra fili di pari sezione è di 1,05. Si aveva cioè una perdida in quadratura doppia che in una linea aerea.

Ora, trattandosi di una porzione di linea piccola rispetto all'intero tracciato, tale maggior caduta di tensione nel tratto sottolacuale scompariva davanti alla perdita totale, e non era quindi il caso di preoccuparsene. Così pure non c'era motivo di preoccuparsi per lo squillibrio di simmetria dovuto alla irregolarità di posa dei cavi, sempre trattandosi di una piccola porzione rispetto al complesso.

(*Continua*).

Un problema di meccanica nella geognosia

Ing. LUIGI FERRARIO

(continuazione vedi n. 8)

Cerchiamo, ora, se questa equazione si possa mettere sotto una forma più semplice.

Osservando che la serie:

$$\frac{x-2}{2^2}+\frac{x-3}{3^2}+\dots+\frac{1}{(x-1)^2}=\frac{x-1}{2^2}-\frac{1}{2^2}+\frac{x-1}{3^2}-\frac{2}{3^2}+\dots$$

$$\dots+\frac{x-1}{(x-1)^2}-\frac{x-2}{(x-1)^2}=\left(x-1\right)\left(\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\dots+\frac{1}{(x-1)^2}\right)-$$

$$-\left(\frac{1}{2}+\frac{2}{3^2}+\dots+\frac{x-2}{(x-1)^2}\right)$$

ed anologamente che la serie:

$$\frac{x-2}{(n-1)^2}+\frac{x-3}{(n-2)^2}+\dots+\frac{1}{[n-(x-2)]^2}=\left(x-1\right)$$

$$\left(\frac{1}{(n-1)^2}+\frac{1}{(n-2)^2}+\dots+\frac{1}{[n-(x-2)]^2}\right)-$$

$$-\left(\frac{1}{(n-1)^2}+\frac{2}{(n-2)^2}+\dots+\frac{x-2}{[n-(x-2)]^2}\right)$$

si ottiene sostituendo nell'eq. [1].

$$P_x = M\left\{\left(x-1\right)\left(\frac{\pi^2}{6}-1\right)-\left(x-1\right)\left(\frac{1}{2^2}+\frac{1}{3^2}+\dots+\frac{1}{(x-1)^2}+\right.\right.$$

$$\left.+\frac{1}{[n-(x-2)]^2}+\dots+\frac{1}{(n-1)^2}\right)+\frac{1}{2^2}+\frac{2}{3^2}+\dots+\frac{x-2}{(x-1)^2}+$$

$$\left.+\frac{x-2}{[n-(x-2)]^2}+\dots+\frac{1}{(n-1)^2}\right\}.$$

Come abbiamo visto, variando x da $\frac{n}{2}$ ad 1 si hanno gli stessi valori, per P_x, come variando da $\frac{n}{2}$ ad n. Il punto $x = \frac{n}{2}$ segna il centro C della sfera (fig. 2) e si hanno $\frac{n}{2}$ cubetti da una parte ed $\frac{n}{2}$ cubetti dall'altra parte del centro C. Il cubetto che precede C è $\frac{n}{2}$, quello che segue è $\frac{n}{2} + 1$, quindi il cubetto x dista da C come il cubetto $n - (x - 1)$ per cui la pressione

$$P_x = P_{n-(x-1)}$$

perchè, come si è visto, le pressioni sono simmetriche rispetto al centro C, ed infatti se nel primo membro si mette $x = \frac{n}{2}$ e nel

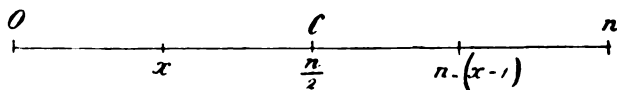



Fig. 2.

secondo il corrispondente valore $x = \frac{n}{2} + 1$ si ha lo stesso valore.

Ora osserviamo che il polinomio,

$$\frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \ldots + \frac{1}{(x-1)^2} + \frac{1}{[n-(x-2)]^2} + \ldots + \frac{1}{(n-1)^2}$$

è la serie reciproca dei quadrati dei numeri naturali da $\frac{1}{2^2}$ fino $\frac{1}{(n-1)^2}$, mancante dei numeri da $\frac{1}{(x-1)^2}$ fino ad $\frac{1}{[n-(x-2)]^2}$. Siccome però la serie reciproca dei quadrati dei numeri naturali, è molto convergente, così pei valori di x sufficientemente grandi il polinomio anzidetto si può ritenere eguale al limite $\frac{\pi^2}{6} - 1$. Il valore di x può essere grande anche per piccole profondità, basta prendere Δx sufficientemente piccolo. Se, ad esempio, Δx fosse eguale ad 1 centimetro, alla profondità di 1 metro si avrebbero già 100 termini delle serie $+ \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \ldots$ ed al decimo ter-

mine la serie, come si è visto, ha già in comune col limite la prima cifra decimale. Si vede dunque che per profondità appena di qualche entità, il valore del polinomio anzidetto si avvicina tanto a $\frac{\pi^2}{6} - 1$ che si può ritenere eguale a questo limite senza errore sensibile. In tal modo i due primi termini dell'equazione P_x si elidono e si ha:

$$P_x = M\left\{\frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \ldots + \frac{x-2}{(x-1)^2} + \frac{x-2}{[n-(x-2)]^2} + \ldots + \frac{1}{(n-1)^2}\right\}.$$

Osservando, ora, che il polinomio fra parentesi si può dividere nelle seguenti due serie

$$\frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \ldots + \frac{x-3}{(x-2)^2} + \frac{x-2}{(x-1)^2}$$

$$\frac{1}{(n-1)^2} + \frac{2}{(n-2)^2} + \ldots + \frac{x-3}{[n-(x-3)]^2} + \frac{x-2}{[n-(x-2)^2]}$$

e che i numeri che rappresentano i denominatori si corrispondono nel modo seguente:

$$\begin{array}{ll} 2 \text{ ed} & n-1 \\ 3 & n-2 \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ x-1 \text{ ed} & n-(x-2) \end{array}$$

e che i numeratori corrispondenti a questi denominatori, sono eguali, ed inoltre che 2 ed $n-1$, 3 ed $n-2$, ecc. $x-1$ ed $n-(x-2)$ sono punti simmetrici rispetto al centro e quindi di eguale pressione, ne viene che il prodotto di ciascuna di queste serie per M, darà un'egual valore della pressione e quindi il valore di P_x che è la somma di questi due prodotti, sarà due volte il valore di uno di essi, si avrà cioè:

$$P_x = 2\ M\left\{\frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \ldots + \frac{x-2}{(x-1)^2}\right\}.$$

Cerchiamo, ora, se la serie fra parentesi è convergente o divergente. Essa è una serie decrescente composta tutta di termini positivi, ed una serie, in queste condizioni, si dimostra facilmente, che è convergente se il rapporto di un termine qualunque al precedente è una quantità minore dell'unità perchè, allora, sostituendo ai termini della serie i termini della progressione geometrica, che hanno questo rapporto per ragione, si ha una

nuova serie i cui termini sono tutti più grandi dei corrispondenti termini della serie primitiva, nuova serie che è, evidentemente convergente perchè la ragione della progressione geometrica è minore dell'unità. Questo teorema però, che conduce ad una conclusione sicura se verificato, non dà luogo a simile conclusione se non verificato, perchè non verificandosi questo teorema, ciò che si può concludere non è che la serie sia divergente, ma solo che alla serie considerata non si può sostituire la progressione geometrica decrescente e nulla più di così. La serie, poi, anche non essendo possibile questa sostituzione, può essere convergente come può anche essere divergente. Esempio :

La serie

$$\frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \cdots + \frac{1}{(n-1)n}$$

che sappiamo che è convergente ed eguale all'unità, dà per rapporto di un termine qualunque al precedente:

$$\frac{\frac{1}{n(n-1)}}{\frac{1}{(n-1)(n-2)}} = \frac{n-2}{n} = 1 - \frac{2}{n}.$$

Questo rapporto al crescere di n senza limite ha per limite l'unità. La sostituzione della progressione geometrica sarebbe impossibile, perchè avendo essa per ragione l'unità, darebbe luogo ad una serie di termini tutti eguali e quindi evidentemente divergente, mentre la serie è convergente.

La serie

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \cdots + \frac{1}{n}$$

che è la serie armonica e che sappiamo che è divergente, dà per rapporto di un termine qualunque al precedente:

$$\frac{\frac{1}{n}}{\frac{1}{n-1}} = \frac{n-1}{n} = 1 - \frac{1}{n}.$$

Questo rapporto al crescere di n senza limite, ha per limite l'unità. La serie è divergente, ma questo rapporto ha lo stesso

valore come per la serie precedente che è convergente. Dunque in questi due casi opposti il teorema anzidetto dà lo stesso risultato, ed è quindi impotente a decidere della convergenza o divergenza di queste due serie.

Vediamo, ora, quale risultato dia per la nostra serie. In questo caso si ha:

$$\frac{\frac{x-2}{(x-1)^2}}{\frac{x-3}{(x-2)^2}} = \frac{(x-2)^3}{(x-1)^2(x-3)} = \frac{x^3-6x^2+8x-8}{x^3-5x^2+7x-3}$$

$$= \frac{1-6\frac{1}{x}+8\frac{1}{x^2}-8\frac{1}{x^3}}{1-5\frac{1}{x}+7\frac{1}{x^2}-3\frac{1}{x^3}}.$$

Al crescere di x senza limite i termini $\frac{1}{x}$, $\frac{1}{x^2}$, $\frac{1}{x^3}$ hanno per limite zero, quindi il rapporto considerato ha per limite l'unità. Nulla dunque potremmo concludere, con questo teorema, sulla convergenza o divergenza della nostra serie. Occorrono altri criteri. A tale scopo osserviamo che dalla stessa definizione di serie convergente ne abbiamo uno. Chiamasi convergente una serie quando continuata fin che si vuole, la sua somma non può oltrepassare un dato limite. Se ora noi supponiamo di continuare la serie oltre l'ultimo termine arriveremo ad uno dei seguenti due risultati:

1.° La somma dei termini oltre l'ultimo ha per limite zero.

2.° Non ha per limite zero.

Nel primo caso la serie è, evidentemente, convergente perchè continuata comunque nulla si aggiunge al limite, nel secondo caso la serie è divergente perchè il limite è in continuo aumento.

Questo criterio, che fu espresso da Eulero con un linguaggio che, ai suoi tempi, ha lasciato perplessi i matematici a lui contemporanei (1) è forse l'unico sicuro per decidere della convergenza o meno di una serie decrescente composta di termini tutti positivi. Eulero si esprime così: « Una serie ha una somma *finita* quando prolungata *al di là dell'infinito*, ciò che risulta non aggiunge nulla alla serie, ed ha una somma infinita se prolungata

(1) Vedi MONTUCLA, 2.ª ediz., vol. 3.°, pag. 236.

al di là dell'infinito, risulta un'addizione da farsi alla serie. Questa asserzione, chiamata paradossale da Montucla, mostra invece che il genio di Eulero ha precorso di quasi un secolo i matematici a lui contemporanei, perchè le sue parole ci insegnano che egli considerava il limite, nelle ricerche finite, non come un termine assoluto, sibbene come un termine relativo suscettibile di variazioni, come, nel campo infinitesimale, ha reso palese, in modo preciso, il sommo Lagrange col suo calcolo delle variazioni, calcolo che trae la sua origine dalle considerazioni euleriane.

Ritornando, dunque, alla serie

$$S = \frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \ldots + \frac{x-2}{(x-1)^2}$$

per riconoscere se essa è convergente, o divergente, applichiamo il metodo euleriano perchè i teoremi sulla convergenza, che si trovano nei trattati d'algebra, sono impotenti a risolvere la quistione. Continuiamo la serie al di là dell'ultimo termine ancora per x termini; otterremo un'altra serie S' così espressa:

$$S' = \frac{x-1}{x^2} + \frac{x}{(x+1)^2} + \frac{x+1}{(x+2)^2} + \ldots + \frac{x+(x-2)}{[x+(x-1)]^2}.$$

Per vedere se S' ha un valore cerchiamo i limiti entro i quali è compreso. Osserviamo che, da questa equazione, si possono avere, facilmente due limiti, un poco lontani se si vuole, ma che racchiudono certamente il valore di S'. Se noi riteniamo che tutti i termini della serie S' abbiano per denominatore, il denominatore del primo termine, avremo una nuova serie S'', e sarà evidentemente $S'' > S'$ perchè i denominatori delle serie S'' sono tutti, eccetto il primo che è eguale, minori dei denominatori della serie S'. Se invece riteniamo che tutti i termini di S' abbiano per denominatore il denominatore dell'ultimo termine, avremo una nuova serie S''' e sarà $S''' < S'$ perchè i denominatori di S''' sono tutti più grandi dei denominatori di S'. Dunque il valore di S' è compreso fra S'' ed S'''. Ora tanto il valore di S'' come di S''' si ottengono facilmente perchè raccogliendo il denominatore comune, i numeratori formano una progressione aritmetica la cui somma è:

$$\frac{(x-1)+[x+(x-2)]}{2}\, x = \frac{3}{2}\left(x-1\right) x.$$

Quindi

$$S'' = \frac{1}{x^2}\frac{3}{2}\left(x-1\right)x = \frac{3}{2}\left(1-\frac{1}{x}\right)$$

$$S''' = \frac{1}{[x+(x-1)]^2}\frac{3}{2}\left(x-1\right)x = \frac{3}{2}\frac{1-\frac{1}{x}}{4-\frac{4}{x}+\frac{1}{x^2}}.$$

Al crescere di x senza limite i termini $\frac{1}{x}$ ed $\frac{1}{x^2}$ hanno per limite zero, quindi

$$S'' = \frac{3}{2} \quad S''' = \frac{3}{8}.$$

Il valore di S' è quindi compreso fra $\frac{3}{2}$ e $\frac{3}{8}$. È un valore reale e positivo e che non è zero, continuando dunque la serie S al di là dell'ultimo termine, il limite della serie viene aumentato, la serie è quindi divergente.

Applichiamo il metodo euleriano alle due serie

$$\frac{1}{1.2}+\frac{1}{2.3}+\ldots+\frac{1}{n-1}\,n$$

$$\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\ldots+\frac{1}{n}$$

che i teoremi sulla convergenza furono impotenti a decidere se convergenti o divergenti.

Per la prima si ha:

$$S' = \frac{1}{(n+1)\,n}+\frac{1}{(n+2)\,(n+1)}+\ldots+\frac{1}{(n+n)\,[n+(n-1)]}$$

$$S'' = \frac{1}{(n+1)\,n}\,n = \frac{1}{n+1} = \frac{\frac{1}{n}}{1+\frac{1}{n}}$$

$$S''' = \frac{1}{(n+n)\,[n+(n-1)]}\,n = \frac{1}{4n-2} = \frac{\frac{1}{n}}{4-\frac{2}{n}}.$$

Il limite di $\frac{1}{n}$, al crescere di n, essendo zero si ha $S'' = 0$. $S''' = 0$.

La prima serie è dunque convergente perchè continuandola al di là dell'ultimo termine nulla si aggiunge al limite.

Per la seconda si ha:

$$S' = \frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+2} + \ldots + \frac{1}{n+n}$$

$$S'' = \frac{1}{n+1}\, n = \frac{1}{1 + \frac{1}{n}} = 1$$

$$S''' = \frac{1}{2\,n}\, n = \frac{1}{2}.$$

Dunque S′ ha un valore ed è compreso fra 1 ed $\frac{1}{2}$ la serie è quindi divergente.

Applichiamo, per ultimo, il metodo euleriano alla serie reciproca dei quadrati dei numeri naturali che abbiamo trovato, con un metodo particolare, che è convergente avremo:

$$S = 1 + \frac{1}{2^2} + \ldots + \frac{1}{n^2}$$

$$S' = \frac{1}{(n+1)^2} + \frac{1}{(n+2)^2} + \ldots + \frac{1}{(n+n)^2}$$

$$S'' = \frac{1}{(n+1)^2}\, n = \frac{\frac{1}{n}}{1 + \frac{2}{n} + \frac{1}{n^2}}$$

$$S''' = \frac{1}{(n+n)^2}\, n = \frac{1}{4}\, \frac{1}{n}.$$

Al crescere di n senza limite $\frac{1}{n}$ ed $\frac{1}{n^2}$ sono zero e quindi $S' = 0$ ed $S''' = 0$ e per conseguenza anche $S' = 0$ che è compreso fra questi limiti. La serie S è quindi convergente.

Ci siamo dilungati su questi particolari per mostrare che il metodo euleriano dà un criterio sicuro per giudicare della con-

vergenza o meno di una serie decrescente composta tutta di termini positivi, ed era, d'altronde, per il nostro lavoro, di una importanza somma il riconoscere se la serie:

$$\frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \ldots + \frac{x-2}{(x-1)^2}$$

fosse convergente oppure divergente. Ora siamo sicuri che questa seria è divergente, e si capisce che affinchè l'equazione

$$P_x = 2\,M \left\{ \frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \ldots + \frac{x-2}{(x-1)^2} \right\}$$

possa rappresentare le variazioni di P_x, al variare di x, la serie tra parentesi debba essere divergente perchè se fosse convergente, essendo M costante risulterebbe P_x pure costante, cioè la pressione eguale per tutti i punti della sfera il che sarebbe, manifestamente, errato.

Cerchiamo, ora, se è possibile, rappresentare in modo più semplice la serie tra parentesi.

Osserviamo, a tale scopo, che

$$\frac{1}{2^2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2^2}$$

$$\frac{2}{3^2} = \frac{1}{3} - \frac{1}{3^2}$$

$$\frac{x-2}{(x-1)^2} = \frac{1}{(x-1)} - \frac{1}{(x-1)^2}$$

e che sommando, membro a membro, queste equazioni si ha

$$\frac{1}{2^2} + \frac{2}{3^2} + \ldots + \frac{x-2}{(x-1)^2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots + \frac{1}{x-1} -$$

$$- \left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \ldots + \frac{1}{(x-1)^2} \right)$$

e che l'ultimo polimonio tra parentesi è, come s'è visto, eguale a $\frac{\pi^2}{6} - 1$, ed otterremo:

$$P_x = 2\,M \left\{ 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots + \frac{1}{x-1} - \frac{\pi^2}{6} \right\}.$$

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

La diga in cemento armato di “La Prele” [1].

Questa diga, costruita nel 1909 dalla « La Prele Ditch and Reservoir Co. » allo scopo di irrigare 14000 ettari di terreno estendentesi in direzione est della città di Douglas (Wyoming), sbarra il corso del torrente *La Prele* a 16 km. a monte del punto di confluenza nel North Platte River.

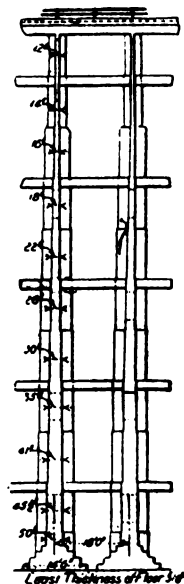
Questo sbarramento viene a creare un serbatoio di 6,5 km. di lunghezza con un'area superficiale di 285 ettari ed una capacità di 30 milioni di metri cubi.

Il letto del corso d'acqua è costituito da uno strato d'argilla di uno spessore variante da 3 a 5 metri nel quale sono annegati della ghiaia e dei grossi blocchi di pietra che valgono a dare una sufficiente compattezza allo strato.

Questo primo strato riposa su di un banco di schisto rosso argilloso impermeabile e che come aspetto e durezza assomiglia al grès.

Fig. 1.

La diga di 40 m. d'altezza è rettilinea misurando in cresta una lunghezza di 100 m. e di 30 m. alla base; la larghezza massima alla base è di 54,50 m., quella in sommità di 2,59 m. tra i parapetti.

Sulla riva destra venne progettato uno sfioratore di 27 m. di luce colla quota della soglia a m. 1,52 sotto la cresta, mentre

(1) Houille Blanche.

sulla riva sinistra, 5 paratoie disposte a differenti altezze servono a regolare il volume d'acqua che viene restituito al fiume.

La piattaforma di fondazione ha uno spessore minimo di 1,07 m. ed è protetta a monte ed a valle da due muri racchiusi nello schisto argilloso resistente del fondo; sulla piattaforma stessa venne costruito un certo numero di contrafforti con interasse di 5,486 m. sui quali viene a poggiare la piattaforma inclinata nel rapporto di 6 m. d'altezza per 7 m. di base (40° circa coll'oriz-

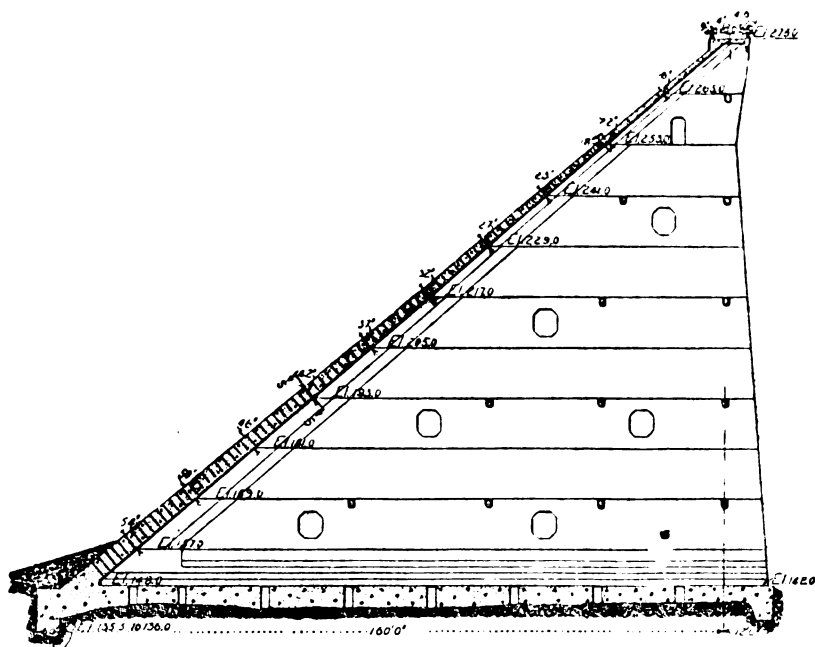



Fig. 2.

zontale) che costituisce il paramento di trattenuta a monte della diga.

I contrafforti hanno uno spessore variante da 0,305 m. in sommità a 1,270 m. alla base e sono raccordati colla piattaforma nel modo indicato nelle figure; quelli di mezzo sono collegati con 11 solette di raccordo ripartite su tutta l'altezza, delle quali quattro rafforzate con tiranti in acciaio disposti perpendicolarmente all'asse della diga e distanziati tra di loro in verticale da 0,305 a 0,610 m.

In direzione dell'asse della diga, i contrafforti sono tra loro raccordati innanzi tutto dalla struttura della piattaforma inclinata

ed in seguito verso l'interno della diga stessa da dodici travi orizzontali in cemento armato paralleli all'asse della diga ed aventi le dimensioni di 0,457 × 0,610 m. A monte, lo spessore dei contrafforti venne notevolmente aumentato; lo spessore della piattaforma inclinata varia da 1,37 m. alla base a 0,305 in sommità; essa venne calcolata come un insieme di travi liberamente appoggiate e sollecitate da un carico uniformemente ripartito,

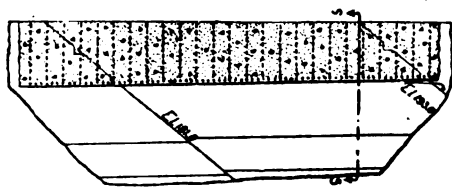



Fig. 3. Fig. 4.

tantochè la loro armatura è costituita da sbarre di ferro disposte lungo la parte interna della soletta; un terzo di queste è convenientemente ripiegata alle estremità per resistere agli sforzi di

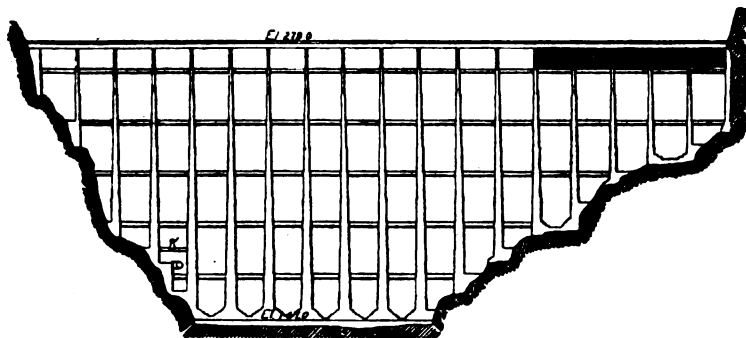



Fig. 5.

taglio. La gettata si fece per tronchi di 3,658 m. d'altezza; i giunti sono orizzontali con raccordo a *V* formante chiave.

La piattaforma a monte venne gettata con calcestruzzo dosato in ragione di uno di cemento, due di sabbia e quattro di pietrame di meno di 5 cm. di diametro medio; per i contrafforti la dosatura fu di 1 : 3 : 6 mentre per la piattabanda di fondazione si aumentò la percentuale di pietrame a grossa pezzatura.

L'armatura è costituita da ferri a sezione quadrata di 22 mm. di lato essendosi prevista una sollecitazione di 10 kg. mmq.; il

lavoro di compressione del calcestruzzo non supera in alcun punto della struttura i 39 kg. per cmq.

Per ognuna delle campate di mezzo della diga, la risultante delle pressioni è di 9000 tonn. e forma un angolo di 27°.15′ colla verticale passando a 2.286 m. a monte della mezzaria della base.

La pressione sul suolo è all'incirca uguale alla pressione media e cioè un po' superiore ai 3 kg. per cmq.

Per la costruzione di questa diga si impiegarono 17200 mc. di calcestruzzo e 400 tonn. di barre in ferro mentre se si fosse trattato di una costruzione massiccia in muratura il volume di questa sarebbe stato di 40000 mc.

La spesa consuntiva fu di 300,000 dollari che ripartita sui mc. immagazzinati porta a 5 cts. il prezzo per metro cubo.

Macchina per la fabbricazione dei tubi di lamiera.

La fabbricazione dei tubi di lamiera per il riscaldamento a vapore, per impianti di ventilazione, per trasporti pneumatici della polvere, del grano, ecc. presenta notevoli difficoltà pratiche specialmente quando si vogliono ottenere dei tubi di piccolo diametro e molto lunghi. Le lamiere una volta piegate a profilo perfettamente circolare vengono, come è noto, chiodate, ovvero saldate mediante saldatura autogena o comune.

La difficoltà principale sta appunto nel piegare a freddo in modo perfetto i lunghi nastri di lamiera previamente tagliati nelle volute dimensioni.

Una nuova macchina per la profilatura delle lamiere è quella rappresentata schematicamente nelle figure 1 e 2, costruita dalla ditta S. Pfrengle e C. di Stoccarda e che funziona nel seguente modo:

Il nastro di lamiera *h* (fig. 3) viene piegato mediante successivi passaggi attorno alla matrice cilindrica *f*. Le due mascelle *a* e *b* sono inizialmente aperte (fig. 1); il nastro di lamiera viene spinto sotto il cilindro *f* in modo da essere presso per un breve tratto dalla mascella inferiore *h;* successivamente le due ganasce *a* e *b* vengono chiuse fortemente e fatte ruotare nel senso della freccia coassialmente al cilindro matrice in modo che il nastro sia obbli-

gato ad avvolgersi su quest'ultimo. Raggiunta la posizione riprodotta nella fig. 3, il movimento di rotazione viene arrestato, le due mascelle vengono aperte e ricondotte nella posizione primitiva.

In seguito, tanto il cilindro che la lamiera parzialmente piegata

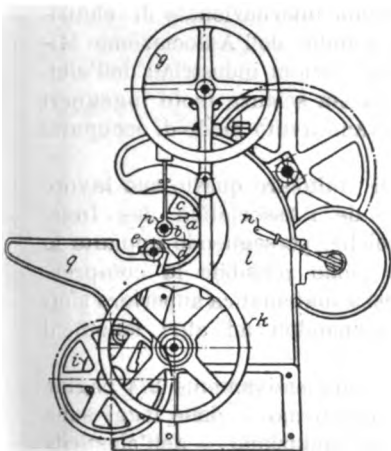
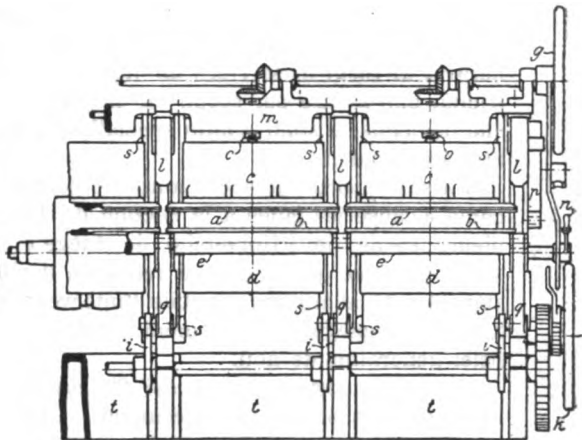



Fig. 1　　Fig. 2.

vengono di nuovo serrati e viene iniziato e proseguito il movimento di rotazione fino a raggiungere lo stadio di lavorazione

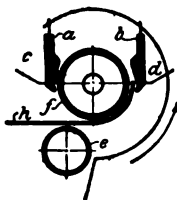



Fig. 3.

Fig. 4.

rappresentato nella fig. 4 continuandosi poi ininterrottamente fino alla piegatura completa della lamiera.

Il rullo di guida e di pressione *e* sul quale viene a passare il nastro di lamiera da piegare, può venir avvicinato od allontanato a volontà alla forma cilindrica centrale. Per la preparazione di tubi lunghi vengono accoppiate insieme diverse macchine tra loro identiche.

Le mascelle *a* e *b* vengono fissate a dei supporti a mensola *c* e *d* la cui posizione è spostabile centricamente rispetto all'asse della forma centrale.

Bibliografia.

L. Creplet. — **Applications industrielles de l'électricité.** — Seconda Edizione, Associations des Ingenieurs, quai de l'Université, Liege.

L'Autore, ingegnere capo presso la Compagnia internazionale di elettricità di Liegi, ebbe incarico da un gruppo di membri dell'Associazione Mineraria di Liegi di scrivere un libro sulle applicazioni industriali dell'elettricità, che avesse per scopo di iniziare in questa scienza molti ingegneri che dedicatisi a studi affatto speciali, non avevano avuto modo di occuparsi di questa materia.

E assai opportunamente l'autore credette di intitolare questo suo lavoro come « causeries faites à la Section de Liége de l'Association des Ingenieurs sortis de l'Université de Liége » poichè, perseguendo appunto lo scopo prefisso, quello cioè di renderne il più facile possibile la comprensione, limitò al minimo possibile l'intervento della matematica superiore sforzandosi di spiegare i fenomeni elettrici paragonandoli ad altri fenomeni fisici generalmente noti.

L'A. viene così a trattare nei 23 capitoli (complessivamente 274 pagine di testo) delle nozioni di meccanica — del magnetismo — delle leggi sulla corrente continua — dell'inerzia elettrica o self induzione — dell'elasticità o capacità — dell'elettromagnetismo — della trasformazione del lavoro in elettricità — delle leggi sulle correnti alternative bifasi e trifasi — dei trasformatori statici — delle correnti parassite — delle dinamo e degli alternatori, dei motori a corrente continua ed alternata (sincroni ed asincroni) delle prove sulle dinamo, sui motori e trasformatori ed infine di tutti i sistemi di distribuzione — di installazione e di misure industriali.

Merito grande dell'A., fu quello di illustrare i principii fondamentali esposti nei diversi capitoli, colla trattazione di numerosi e svariati problemi che si presentano giornalmente nella pratica, tanto da rendere questo suo libro assai utile e raccomandabile a tutti gli ingegneri tecnici che non hanno potuto seguire nella scuola dei corsi speciali di elettrotecnica.

G. S.

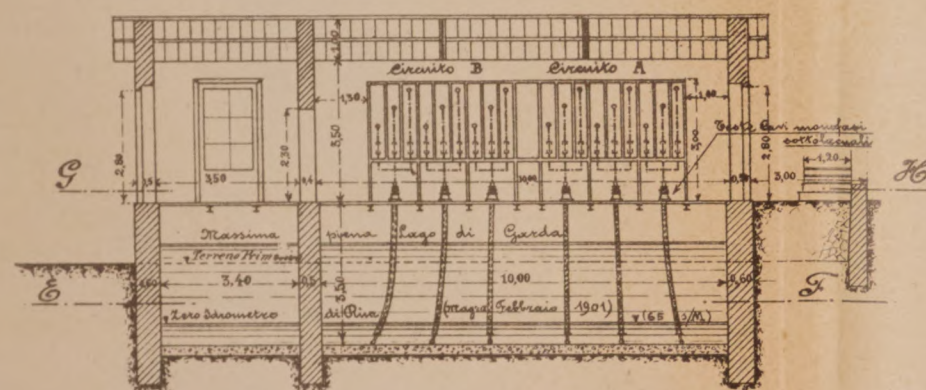
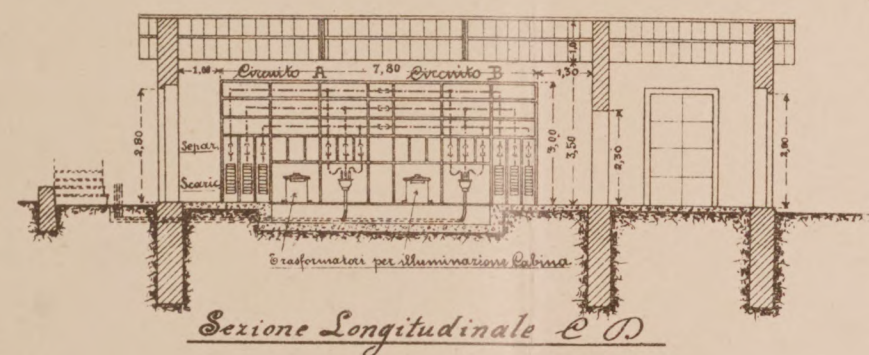
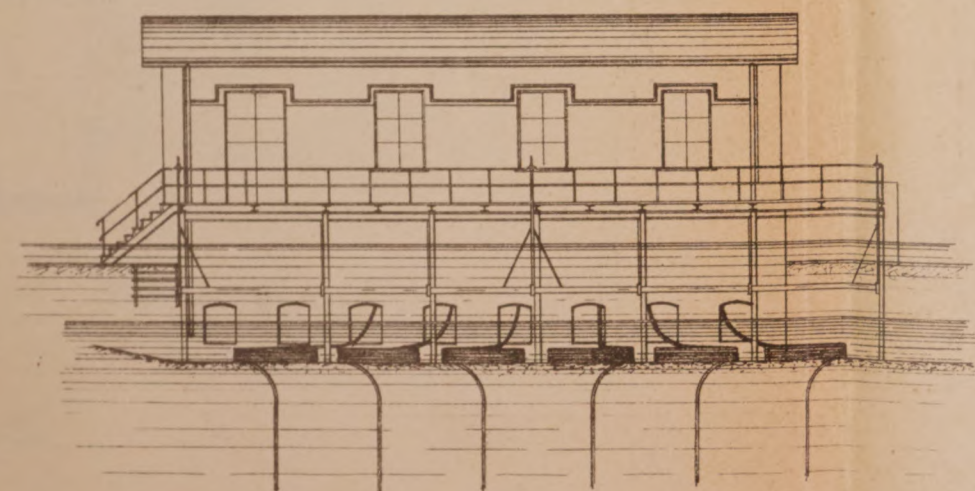
Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, *Gerente*.

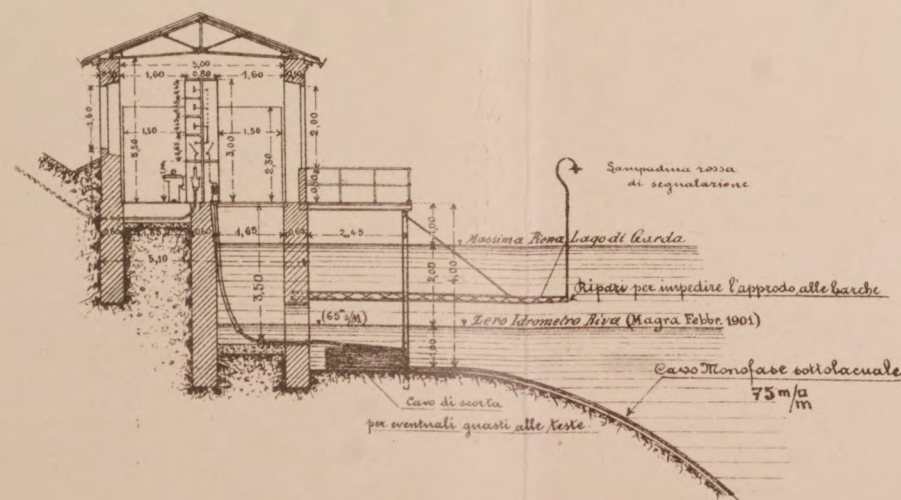
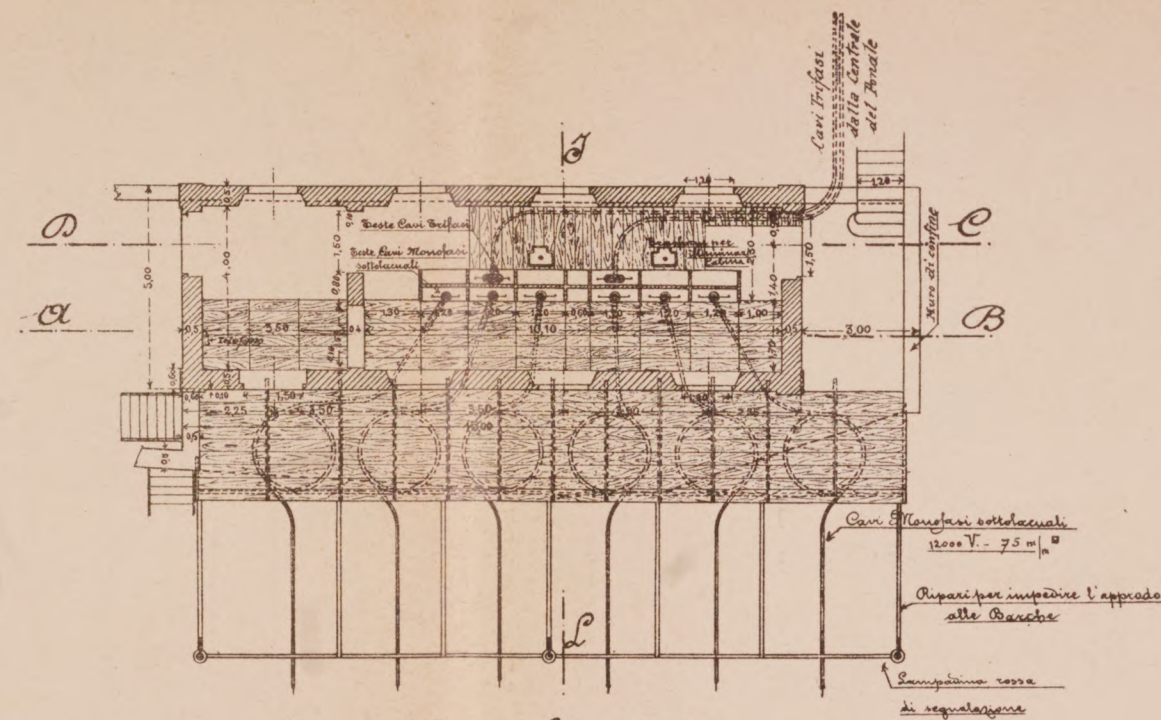
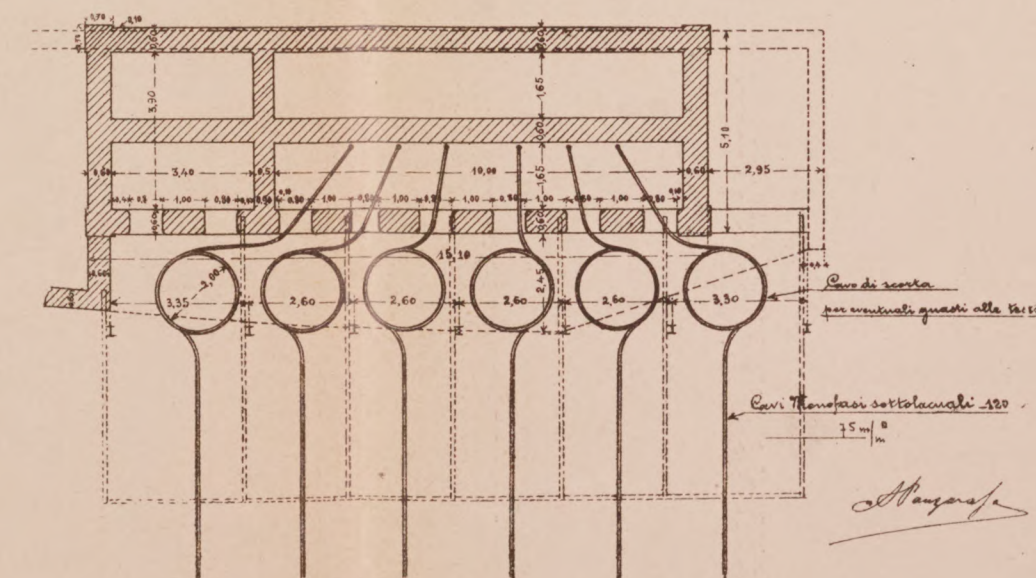
DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

Impt.o Idroelettrico Municipale della Città di Rovereto (Trentino).

— con Centrale al Ponale —

Cabina Bagni — Trifase. 12000 V. 50 ~ —

Passaggio Cavi trifasi sotterranei — Cavi monofasi sottolacuali 12000 Volt

Sezione Longitudinale A B.

Pianta Generale G H

Facciata Est — Vista dal Lago —

Sezione Trasversale I L

Pianta E F — Pozzo arrivo Cavi Monofasi

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

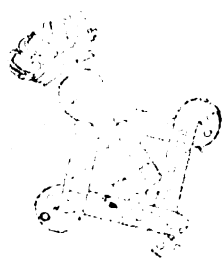
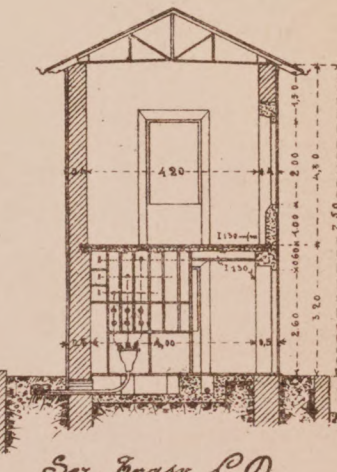
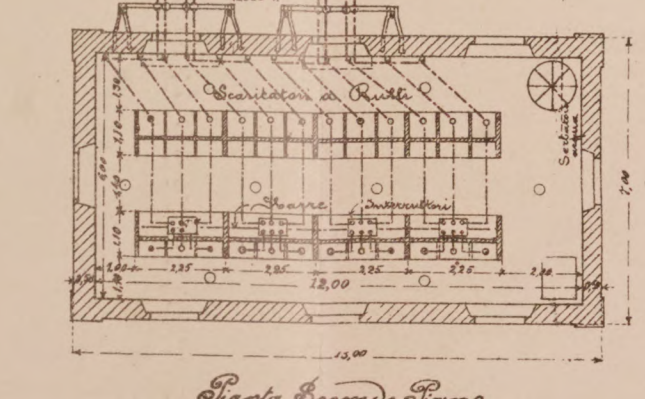
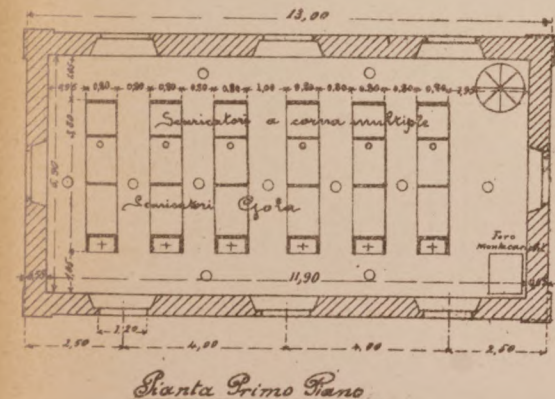
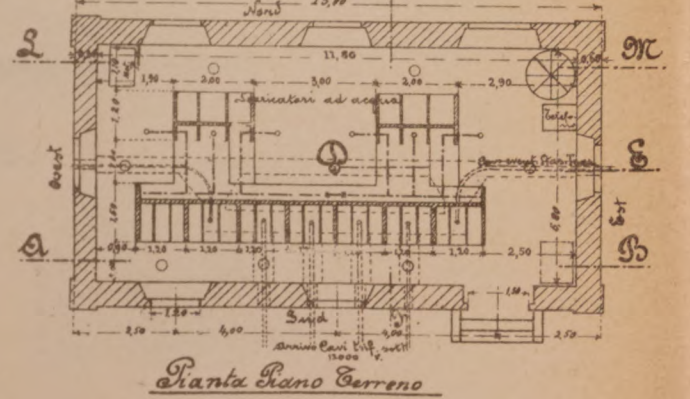
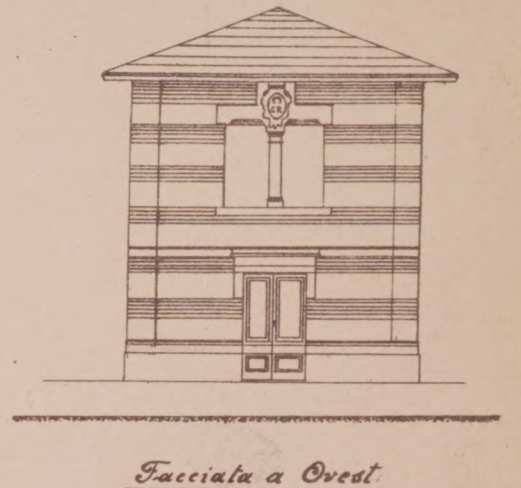
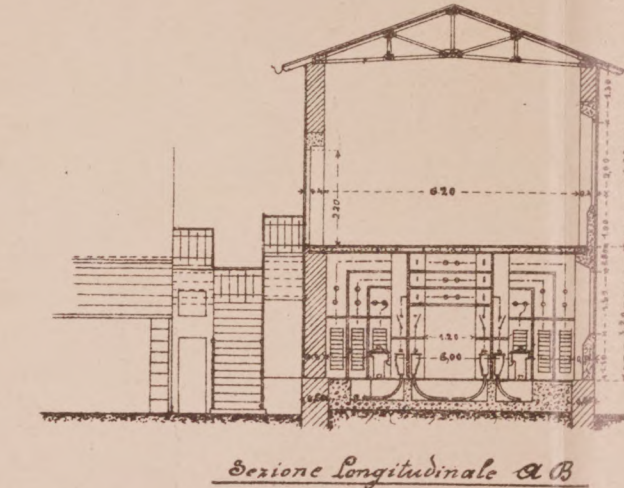
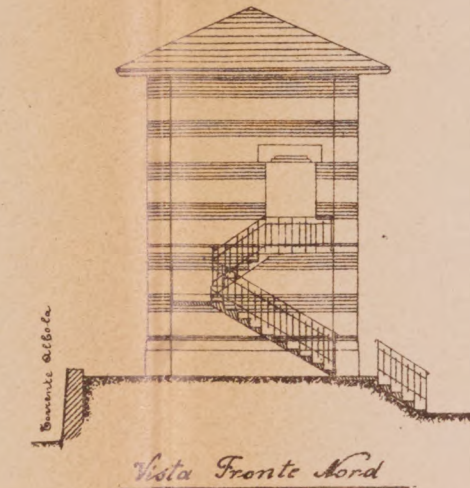
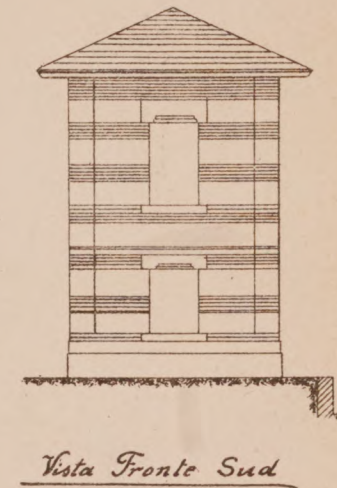
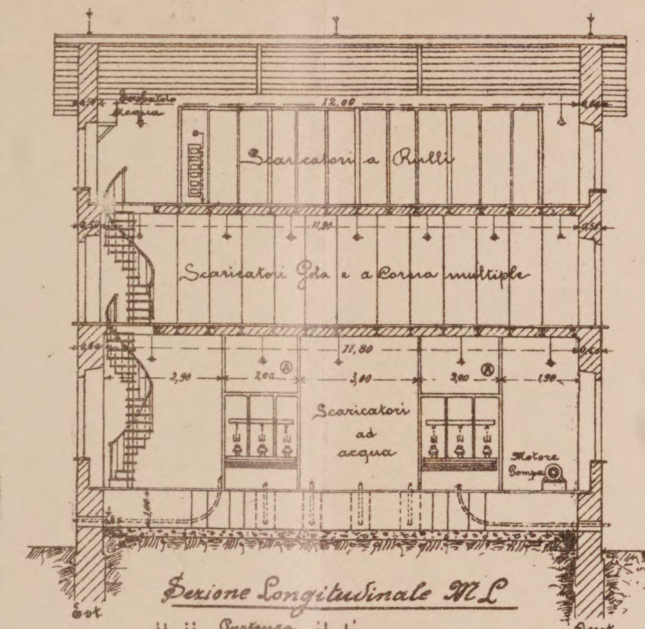
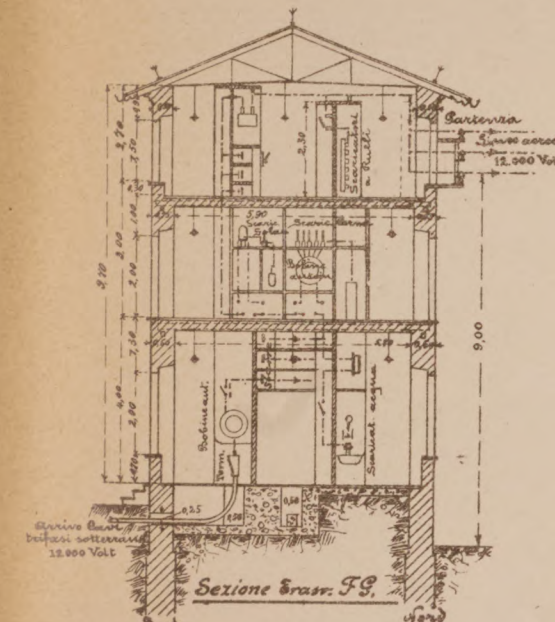
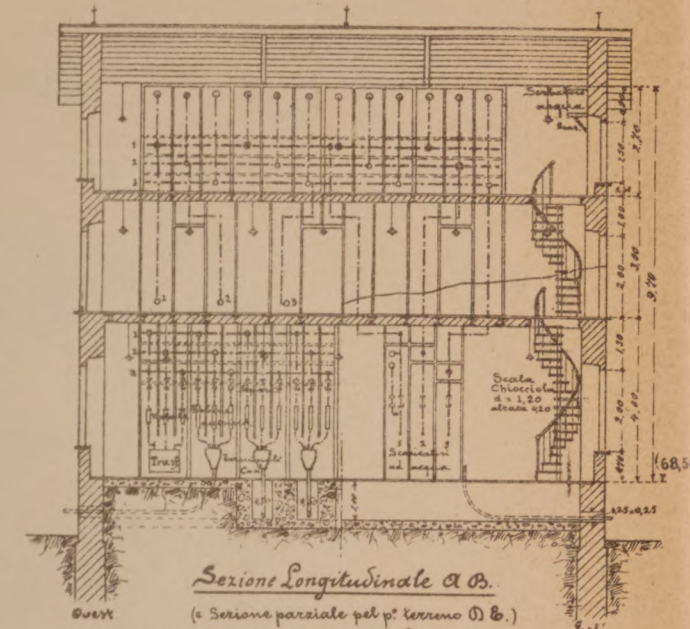
DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

Imp.to Idroelettrico Municipale della Città di Rovereto (Trentino).

con Centrale al Ponale

Stazione Trasformatrice Primaria di Mori ed eventuale Derivazione per località varie

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA.

Pianta Locale Entrata Linee 10800 V. e Scaricatori

Impianto Idroelettrico Comunale
della Città di Rovereto. (Trentino)
con Centrale al Ponale

Stazione Trasformatrice Primaria in Rovereto
e Laboratorio. Officina Meccanica di Costruzioni

N.º 5 Trasformatori Trifasi A. E. G. Union
ognuno da 500 KVA - 10800/3100 V. - 50 ∿

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 5 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Marzo 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8º di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.
Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria · Milano, Via Ausonio, 22

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

L'ARCHITETTURA DEL FERRO

(CON APPENDICE)

RACCOLTA DI MOTIVI

PER

Costruzioni civili, ferroviarie ed artistiche

compilata col concorso dei migliori Ingegneri, Architetti e Costruttori italiani

diretta dall'Ing. Lazzaro Fubini

È un volume in 4.º (40 × 31 cm.) comprendente 180 tavole finemente incise delle quali 24 di grandezza doppia ed una di grandezza quadrupla. L'intera opera, che comprende 51 fascicoli distinti, si può scindere in tre classi principali, ognuna delle quali viene suddivisa in gruppi comprendenti una medesima varietà di soggetti. E, come in tutte le classificazioni ordinate, s'incomincia dalle parti elementari per finire colle parti accessorie.

La prima classe che comprende gli « Elementi di costruzione » è suddivisa in 4 gruppi:

1.º Principali ferri usati nelle costruzioni; 2.º Bolloni e chiodi; 3.º Sistemi di capriate; 4.º Schemi di coperture già costruite; 5.º Tipi di solai.

La seconda classe che chiameremo col titolo di « Costruzioni generiche in ferro » si divide in 8 gruppi:

1.º Mercati; 2.º Ponti; 3.º Tettoie e coperture per stazioni ferroviarie; 4.º Coperture per teatri e sale pubbliche; 5.º Serre; 6.º Edicole; 7.º Padiglioni e chioschi; 8.º Opere diverse.

La terza classe infine che intitoleremo « Ornamentazione in ferro « comprende 5 gruppi e cioè:

1.º Ringhiere e scale, parapetti ed inferriate per finestre e balconi; 2.º Cancellate in genere; 3.º Porte ed imposte metalliche; 4.º Ornamentazioni per coperture; 5.º Ornamentazioni diverse.

A quest'opera fa seguito una « Appendice » di ugual formato, comprendente 16 fascicoli con 34 tavole nelle quali sono illustrate diverse costruzioni di ponti in ferro ad arcata, a trave rettilinea, ecc. disegni di parapetti per ponti, cancellate ed inferriate di diverso tipo e stile, ecc.

Un volume di 214 tavole in-4 grande delle quali 58 doppie diligentemente incise, e testo illustrativo L. 50 — *Agli abbonati al* Politecnico *si cede l'opera per* L. 40.

L'ARCHITETTURA DEL LEGNO

ISTRUZIONI TEORICO-PRATICHE E RACCOLTA DI MOTIVI

PER

Costruzioni civili, stradali, architettoniche ed artistiche

È un volume in 4.º (40×31). Questa pubblicazione comprende tutto quanto può interessare il costruttore, dall'origine dei legnami, dalla loro lavorazione elementare, fino ad assurgere alle opere più complesse, sia dal lato costruttivo, che da quello artistico.

Per tal maniera l'operaio falegname avrà le notizie per il taglio, disseccamento, segatura, lavorazione dei suoi legnami; il carpentiere vi attingerà i diversi modi di collegare ed armare le sue travi; l'ingegnere ed architetto vi potrà rilevare e dimensioni da [illegible]arsi ad una data costruzione e l'artista infine vi troverà i diversi motivi di decorazione a cui attingere.

L'opera è suddivisa in 6 parti principali, comprendenti rispettivamente le « generalità sui legnami – la lavorazione dei legnami – la resistenza dei materiali – i meccanismi per le manovre architettoniche – il collegamento dei legnami – e le travi composte, a traliccio, ecc. e finalmente solai, tetti, scale, centinature, ponti » ed è illustrata da 242 tavole di grande formato.

Prezzo dell'o[illegible] — *Agli abbonati al* Politecnico *si cede per sole* L. 40.

LE ELICHE AEREE

Ing. IGINO SARACENI

L'elica, la maravigliosa invenzione del genio di Giffard, corre di vittoria in vittoria, apportatrice di progresso, di civiltà. Sostituita dapprima nelle grandi navi alla ruota a palette di Fulton, a poco a poco è andata diffondendosi nella navigazione marittima per le sue peculiari proprietà, ed oggi raccoglie un nuovo trionfo nella navigazione aerea.

L'elica è la causa efficiente del moto degli areoplani, dei dirigibili, degli elicopteri, degli ortopteri, degli idroplani e di tutti gli apparecchi che in questi ultimi tempi si sono escogitati per accelerare la febbre alla quale da un secolo l'umanità è in préda, febbre di vita nuova, di progresso incessante!

E l'elica trionfa così nell'acqua che nell'aria, e nel suo turbinare si scorge il cammino radioso della civiltà, la redenzione dei popoli ad una coscienza nuova, inspirata al rispetto reciproco, all'osservanza scrupolosa del proprio dovere.

Se l'elica propulsiva delle navi oggi ha raggiunto un certo grado di perfezionamento, lo deve specialmente all'accumularsi di numerose esperienze, eseguite in tre quarti di secolo su forme diverse di pale, variando il numero e l'inclinazione di queste. Ma v'è ancora tanto da esperimentare, da studiare e da modificare prima di arrivare ad un rendimento soddisfacente, tale cioè da potersi paragonare a quello delle altre macchine.

Ed anche dal punto di vista teorico si deve ancora molto andare avanti: il calcolo delle eliche marine oggi si fa con formole

empiriche, formole speciali non dedotte da una concezione teorica del fenomeno, e quindi utili solo in casi specialissimi.

Per le eliche aeree, essendo molto più recente l'applicazione di esse, le esperienze eseguite sono ben poche, non sempre esatte e solo riflettenti condizioni speciali. Tuttavia qualche cosa s'è fatto, specialmente in questi ultimi anni in cui abbiamo cercato di esperimentare ponendoci nelle vere condizioni di funzionamento del propulsore.

Sin dal 1866 il Wenham, dopo molteplici esperienze sulle eliche propulsive, potè concludere che l'elica che aveva il miglior rendimento era quella in cui il numero delle pale era ridotto a due: in tal modo si veniva ad evitare che le pale urtassero l'aria incontrata dalle precedenti e quindi già mossa e turbata.

A questa conclusione arrivarono anche alcuni sperimentatori posteriori i quali però non tennero conto della grande velocità di traslazione che potrebbe avere l'elica: perchè è evidente che se questa velocità di traslazione è molto grande, ciascuna pala non potrà incontrare l'aria turbata dalle altre; il numero di esse avrà quindi un'influenza relativa e potrà essere tanto maggiore quanto maggiore sarà la velocità suddetta.

Per le velocità relativamente grandi raggiunte oggi dai dirigibili e dagli aeroplani si potrà quindi far uso di eliche a tre pale, come ha lo Zeppelin, ed a quattro, come negli aeroplani di Bleriot e di Esnault-Pelterie, senza che il rendimento venga diminuito. Se si adoperano oggi eliche con due sole pale, è perchè esse sono di facilissima costruzione, specialmente se di legno.

Langley, il noto astronomo americano, è arrivato a queste conclusioni rilevando la somma importanza dell'immobilità che deve avere l'aria quando viene urtata dalle pale dell'elica. E ciò è naturale perchè le pale, rispetto al vento relativo — rispetto cioè alla direzione dei filetti fluidi — avendo un'inclinazione determinata per il migliore rendimento, se l'aria è turbata, il moto di questi filetti assume direzioni diverse rispetto alle pale e quindi non si ha più l'angolo d'attacco *optimum*.

Queste conclusioni ci appaiono molto chiare ora, perchè conosciamo la grande importanza che ha il valore dell'angolo d'attacco di una superficie piana o curva che si muove in un fluido: concetto nuovo, di una verità incontestabile perchè confermato dall'esperienza.

Nel 1892 il Drzewieski mise in luce l'importanza dell'angolo d'attacco della superficie delle pale, e presentò all'*Association*

technique maritime una relazione sul metodo di calcolo ch'egli in base alla sua teoria, proponeva per le eliche. Poi, oltre al Drziewieski, hanno sviluppato la teoria dell'angolo d'attacco il Doyer, il Lelong, e recentemente il Soreau, facendo tutti rilevare l'esistenza di un valore *optimum* di detto angolo a cui corrisponde il massimo rendimento dell'elica.

Gli studi compiuti sulla resistenza dell'aria e specialmente le esperienze recenti condotte allo scopo di determinare la resistenza offerta dall'aria al moto di superfici concave, hanno messo in evidenza il reale vantaggio che tali superfici hanno rispetto alle piane, per una più facile penetrazione nell'aria e per una maggiore componente di sostentazione: fenomeni questi già rilevati e studiati dallo stesso Lilienthal e in relazione ai quali egli adottò le superfici concave tanto note.

Questi seri vantaggi presentati dalle superfici concave hanno indotto molti sperimentatori, e fra questi lo scrivente, ad adottare per le pale delle eliche delle superfici leggermente concave, da $^1/_{15}$ ad $^1/_{10}$ di concavità, allo scopo di ottenere un miglior rendimento del propulsore.

Si sono così ottenuti vantaggi relativi ad una maggiore intensità di spinta e ad un rendimento migliore. Le esperienze però non devono essere fatte *al punto fisso*, come han fatto molti sperimentatori, ma facendo traslare l'elica onde meglio avvicinarsi alle condizioni di reale suo funzionamento. Esperimentando *al punto fisso* si hanno risultati ben differenti dai veri, risultati erronei che conducono ad attribuire all'elica qualità e difetti che effettivamente in pratica mostra di non avere.

Gli egregi ufficiali della nostra Brigata specialisti hanno dato anch'essi un efficace contributo sperimentale per la determinazione delle condizioni necessarie onde ottenere un migliore rendimento dell'elica. Il tipo da essi studiato è quello che permette di variare l'inclinazione delle pale a seconda della velocità assoluta delle stesse, allo scopo di dare ad esse sempre l'inclinazione corrispondente al massimo rendimento, ossia di 7° circa (rispetto alla velocità assoluta delle pale). L'idea però del mozzo ad articolazioni cardaniche, l'ebbe dapprima il Colonnello Renard, perchè in tal modo egli evitava i momenti flettenti nelle pale: queste vengono cioè ad assumere la direzione della risultante delle forze che su esse agiscono e il rendimento non viene perciò abbassato per le inflessioni.

In questi ultimi tempi, molti furono quelli che cercarono un

propulsore che desse un rendimento maggiore di quello delle eliche ordinarie: furono proposte ed esperimentate pale flessibili, a cucchiaio, ma nulla si conosce ancora dei risultati ottenuti.

Il maggiore Parseval ha esperimentato e poi applicato un'elica composta di ali di cuoio, munite di piccoli pesi alla periferia: al ruotare dell'armatura a cui sono assicurate le ali, queste si dispongono ortogonalmente all'asse di rotazione per effetto della forza centrifuga: si raggiunge così lo stesso scopo delle pale orientabili, a tutto vantaggio del rendimento il quale sembra relativamente elevato.

Le eliche poi sono state e sono tuttora oggetto di studi interessantissimi da parte di alcuni sostenitori degli elicopteri. Fra questi va ricordato l'ing Forlanini (1877) e più recentemente i fratelli Dufaux (1905), l'ing. Leger e l'ing. Cornu.

Il Leger nella relazione fatta all'Accademia delle Scienze di Parigi, ha dimostrato la possibilità di ottenere una notevole spinta di sollevamento con eliche ben studiate e ben costruite: il suo tipo sembra che abbia pregevoli qualità sostentatrici.

I Dufaux sono arrivati ad avere una spinta di 8 kg. per cavallo, il Leger kg. 14 per cavallo. Risultati pressochè analoghi ha ottenuto il Wellner a Vienna ed il Bréguet nelle esperienze eseguite col suo giroplano.

Nello stabilire le migliori condizioni di rendimento di un propulsore, bisogna tener conto della velocità angolare delle eliche o, ciò che è lo stesso, del numero dei giri. Esperimentatori illustri, quali Renard e Wright, hanno trovato che il rendimento aumenta se il numero dei giri è relativamente basso e se il diametro delle eliche è piuttosto grande. Questi criteri però non sono generali perchè si sono ottenuti ottimi rendimenti anche con velocità elevate e diametri non eccessivi. La natura stessa del resto, mostra di utilizzare bene le grandi velocità di vibrazione delle ali degli uccelli e degli insetti: il passero, ad esempio, dà 720 colpi al minuto primo e l'ape ne dà circa 11400!

Come vedesi, le esperienze fatte relativamente alle eliche sono già numerose, e con tutto ciò non si è arrivato ad ottenere un rendimento soddisfacente: una costruzione accurata del miglior tipo di eliche dà un rendimento che raramente oltrepassa il 55 %. E le cause di ciò sono molteplici e di varia natura. Oltre alle resistenze passive inevitabili, che si hanno tra il fluido e le pale, quella dovuta allo spessore delle stesse e quella dovuta all'inclinazione di esse sulla traiettoria che descrivono, se ne hanno di

rilevanti dovute alla forma delle pale. Non voglio qui accennare alla resistenza grandemente nociva delle sporgenze di nervature o di tubi cavi adoperati da alcuni costruttori per irrobustire le pale, ma voglio riferirmi alla concavità della pala, alle superfici dorsali ed al contorno delle ali.

Ho già detto che le superfici concave hanno sulle piane reali vantaggi che si possono riassumere nei due più importanti di una migliore penetrazione, cioè minore resistenza all'avanzamento, e di una maggiore componente ortogonale alla direzione del moto. Adottando quindi per le pale dell'eliche delle superfici concave, avremo rendimenti superiori.

Allo scopo di diminuire ancora il lavoro motore, cioè di facilitare la penetrazione delle superfici, si potrà foggiare il bordo anteriore d'attacco in modo ch'esso presenti un ingrossamento come quello che si riscontra in natura nelle ali degli uccelli. La favorevole influenza di tale ingrossamento è stata messa in evidenza da tutti gli aviatori e scrittori d'aeronautica, ma nessuno sinora ha saputo darsi ragione del fenomeno.

Una certa spiegazione però possiamo trovarla pensando all'andamento dei filetti fluidi nel moto relativo della superficie rispetto al fluido in cui si muove.

È risaputo che quando un fluido qualsiasi effluisce da un orificio, la vena fluida, in corrispondenza dello stesso, presenta una contrazione per un fenomeno a tutti noto e che dicesi appunto della *contrazione della vena.* Ora la portata dell'orificio si ottiene moltiplicando l'area della sezione contratta per la velocità del fluido, e cioè:

$$Q = \psi \,.\, S \,.\, V.$$

Se però si munisce l'orificio di un tubo cilindrico, lo sappiamo, la portata aumenta, ossia aumenta la velocità V. La portata aumenta ancora se al tubo cilindrico sostituiamo un tubo addizionale conico: e la portata aumenta ancora più se ad un piccolo tratto il tubo cilindrico, si fa seguire un tubo divergente. Se l'angolo al vertice di quest'ultimo è di 7°, la pratica dimostra che, per l'acqua, la portata si triplica, ossia la velocità del fluido effluente diventa tre volte più grande di quella che si avrebbe, a pari carico s'intende, se non ci fosse questo tubo speciale.

Questo fenomeno, qualunque sia il fluido, si spiega col fatto che munendo l'orificio di un tubo (fig. 1 e 2) che meglio assecondi l'andamento dei filetti fluidi, si viene ad impedire i moti vorticosi

del fluido in corrispondenza della vena contratta e ad eliminare la depressione che ivi si produrrebbe (a spese dell'energia del fluido) e che nelle esperienze di laboratorio si mette in evidenza col mezzo di un piccolo manometro ad acqua.

Lo stesso fenomeno del resto si verifica nell'efflusso dei gas e dei vapori: l'ugello De Laval ne è una prova lampante (fig. 3); con esso si ottiene la massima velocità del fluido effluente.

Si vede così che se si asseconda l'andamento dei filetti fluidi,

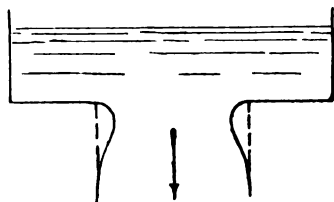
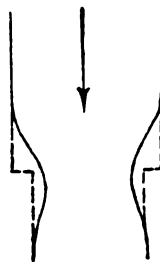



Fig. 1. Fig. 2.

la velocità del fluido aumenta, ossia aumenta la velocità relativa tra il fluido ed il tubo. Se l'orificio è circolare, il fenomeno si verifica ugualmente; e si verifica sempre, qualunque sia il diametro dell'orificio. Ora si comprende che se il raggio dell'orificio diventa infinito, il tubo che asseconda l'andamento dei filetti fluidi

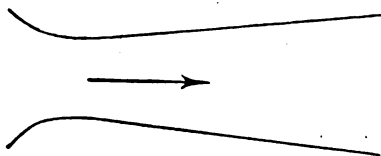
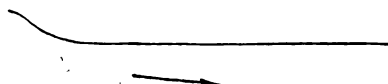



Fig. 3. Fig. 4.

e che ha quella forma caratteristica, si trasformerà in una superficie cilindrica (fig. 4) con generatrici normali alla direzione dei filetti fluidi: la velocità relativa sua rispetto al fluido sarà maggiore di quella che si avrebbe se invece la superficie fosse piana (che si otterebbe per $r = \infty$ se il tubo addizionale fosse cilindrico).

Ma se la velocità relativa è maggiore, significa che se si considera fisso il fluido, la superficie cilindrica così ottenuta potrà meglio avanzare nel fluido, ossia avrà quel che dicesi una maggiore penetrazione, ossia offrirà una minore resistenza all'avanzamento. La superficie dorsale poi, è ovvio, si renderà liscia ed uniforme onde diminuire ancora le resistenze (fig. 5).

Le recenti ricerche fatte relativamente a superfici di varia forma dall'americano W. R. Turnbull hanno dimostrato infatti che la superficie che offre minor resistenza è precisamente quella da me in tal modo ricercata.

Abbiamo sinora accennato all'andamento dei filetti fluidi rispetto ad una faccia sola della superficie, se noi però vogliamo determinare la forma più opportuna da darsi ad un corpo che deve muoversi in un fluido, basterà dare a questo in tutte le direzioni un profilo simile a quello testè trovato per la superficie. Si ottiene (fig. 6) così la forma caratteristica di minima resistenza che tutti gli esperimentatori che si sono occupati della resistenza dell'aria

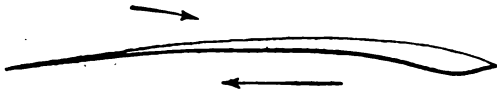



Fig. 5.

hanno trovato, sperimentalmedte, cominciando da Julien ed arrivando al Canovetti a cui si deve la forma del dirigibile italiano che noi così facilmente abbiamo ritrovata.

Queste considerazioni molto semplici adunque ci permettono di

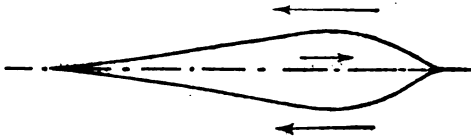



Fig. 6.

arrivare alle forme di minima resistenza da darsi tanto agli aeroplani quanto ai dirigibili.

Ma ritorniamo alle considerazioni fatte per le superfici ed applichiamo la forma trovata per queste alle pale delle eliche. Evidentemente così facendo si viene a diminuire la resistenza al movimento di queste pale, a tutto vantaggio del rendimento. Si noti però che siccome la velocità assoluta nelle eliche è diversa da punto a punto, di ciò bisognerà tener conto, allo scopo di ben determinare l'angolo d'attacco e la sporgenza dell'ingrossamento del bordo anteriore.

Il rendimento delle eliche poi potrà essere migliorato ancora dando alle pale un contorno che faciliti la penetrazione e dia una maggiore spinta normale al moto delle stesse. Bisogna per questo tener presente il contorno delle ali degl'insetti: contorno del resto

che è stato trovato di buon rendimento da diversi sperimentatori, tra cui il Bleriot, che ha adottato tale contorno a tutto vantaggio del rendimento del propulsore. Io stesso ho trovato nelle mie modeste esperienze — e prima di conoscere le eliche Bleriot — che un tale contorno ha un reale vantaggio.

Allo stesso risultato sono giunti indirettamente gli altri costruttori di eliche, poichè provando e riprovando sono arrivati a stabilire che è vantaggioso ridurre la larghezza delle pale — frazione del passo totale — verso le estremità fino ad $^1/_{15}$ e ad $^1/_{18}$, mentre verso l'asse si fa di circa $^1/_{10}$. L'esperienza acquisita sul mare del resto ha consigliato ai costruttori di dare un simile contorno anche alle eliche marine.

Per il rendimento, una enorme importanza ha infine la conoscenza esatta della velocità di traslazione dell'elica, ossia la velocità che l'aeroplano o il dirigibile avrà effettivamente quando vi sarà applicata l'elica. Questa non si potrà che determinare sperimentalmente: un'elica adatta per la propulsione di un aeroplano non è in generale adatta a muovere un dirigibile di grande cubatura, ammenochè l'elica non sia a pale orientabili, e ciò è evidente.

Il problema del rendimento dell'elica, come vedesi, è ancora da risolvere bene, e forse passerà ancora molto prima di poterne ottenere uno pari a quello delle altre macchine.

Che questo rendimento possa essere maggiore, scaturisce da quanto abbiamo testè visto: non vi è quindi che studiare ed esperimentare, e più esperimentare che studiare: ma per poter far questo occorrono denari e molti mecenati.

E qui è doloroso constatare come in Italia non esista ancora un laboratorio di simili ricerche. Voglio augurarmi però che l'entusiasmo che ora la nostra patria dimostra per questo nuovo genere di locomozione da lungo anelato, scuota gli animi dei grandi capitalisti e li decida a pro della scienza nuova, a pro dell'intera umanità, chè l'aerolocomozione è causa efficiente di civiltà, di progresso rapido, specialmente pei popoli meno civili.

E l'Italia sia alla testa di questo risveglio civile, si mostri degna delle sue tradizioni anche in questo nuovo campo di attività scientifica: la patria di Galileo e di Leonardo si mostrerà grande anche in avvenire, e nel campo dell'aerolocomozione, son sicuro, avrà figli degni dei maestri delle scienze positive.

Un problema di meccanica nella geognosia

Ing. LUIGI FERRARIO

(continuazione e fine, vedi n. 4)

Il polimonio

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{x-1}$$

è conosciuto, come abbiamo già detto, col nome di *serie armonica*. Questa denominazione si connette ad un fenomeno di acustica. Per produrre l'accordo perfetto maggiore si fa vibrare prima l'intera corda, poi i suoi $\frac{4}{5}$, poi i suoi $\frac{2}{3}$. Questi numeri sono legati fra loro dalla seguente proporzione

$$\frac{1 - \frac{4}{5}}{\frac{4}{5} - \frac{2}{3}} = \frac{1}{\frac{2}{3}}$$

la quale chiamasi *proporzione armonica* ed alla quale soddisfano anche tre numeri

$$\frac{1}{x-1}, \frac{1}{x}, \frac{1}{x+1},$$

qualunque consecutivi delle serie

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{x-1}.$$

Osservando, ora, che la serie armonica è la serie reciproca della serie dei numeri naturali, cioè della serie $1 + 2 + 3 + \dots$ e che l'equazione dell'iperbole equilatera riferita ai suoi assintoti è $x\,y = 1$, cioè il numero che rappresenta l'ascissa è il numero inverso dell'ordinata, ne viene che se porteremo sull'ascissa i numeri naturali, le rispettive ordinate saranno, 1, $^1/_2$, $^1/_3$, ecc., saranno, cioè i termini della serie armonica.

Il vertice V è il punto dell'iperbole equilatera che ha l'ordinata eguale all'ascissa, quindi sarà il punto che ha per ascissa 1 perchè la reciproca di 1 è ancora 1. A partire da V, discendendo, le ordinate y sono la reciproca delle ascisse x, ed ascendendo, le ascisse x sono la reciproca delle ordinate y. Infatti l'equazione dell'iperbole equilatera tanto si può scrivere $y = \frac{1}{x}$ come $x = \frac{1}{y}$. Dunque la serie armonica è la somma delle ordinate dell'iperbole

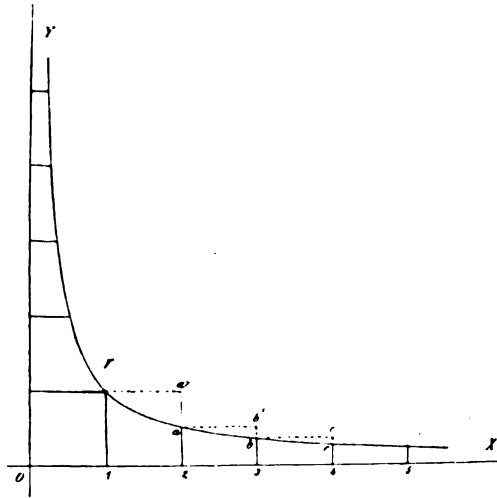



Fig. 3.

equilatera, a partire dal vertice, e che distano, fra loro, di una unità. Osservando che la serie armonica possiamo scriverla anche così:

$$1 \times 1 + \frac{1}{2} \times 1 + \frac{1}{3} \times 1 + \ldots + \frac{1}{x-1} \times 1$$

vediamo che essa rappresenta anche la somma delle arce dei rettangoli (v. fig. 3), $1\,V\,a'\,2$, $2\,a\,b'\,3$, $3\,b\,c'\,4$, ecc. Dalla figura poi si vede che:

$$\begin{aligned} 1\,V\,a'\,2 &= 1\,V\,a\,2 + V\,a\,a' \\ 2\,a\,b'\,3 &= 2\,a\,b\,3 + a\,b\,b' \\ 3\,b\,c'\,4 &= 3\,b\,c\,4 + b\,c\,c' \\ \ldots\ldots & \quad \ldots\ldots \quad \ldots\ldots \end{aligned}$$

I triangoli $V\,a\,a'$, $a\,b\,b'$, $b\,c\,c'$, ecc. che hanno il lato $V\,a$, $a\,b$, $b\,c$, ... iperbolico, si possono, a causa della piccolezza di Δx rispetto ad x, ritenere rettilinei ed allora risulta,

$$V\,a\,a' = a\,a'\,\frac{a'\,V}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{1\,.\,2} \times \frac{1}{2}$$

$$a\,b\,b' = b\,b'\,\frac{b'\,a}{2} = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right)\frac{1}{2} = \frac{1}{2\,.\,3} \times \frac{1}{2}$$

$$b\,c\,c' = c\,c'\,\frac{c'\,b}{2} = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right)\frac{1}{2} = \frac{1}{3\,.\,4} \times \frac{1}{2}$$

$$\cdots\cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots\cdots \quad \cdots\cdots$$

Quindi

$$1\,V\,a'\,2 = 1\,V\,a\,2 + \frac{1}{1\,.\,2} \times \frac{1}{2}$$

$$2\,a\,b'\,3 = 2\,a\,b\,3 + \frac{1}{2\,.\,3} \times \frac{1}{2}$$

$$3\,b\,c'\,4 = 3\,b\,c\,4 + \frac{1}{3\,.\,4} \times \frac{1}{2}$$

$$\cdots\cdots \quad \cdots\cdots \quad \cdots\cdots$$

Osservando, ora, che la somma dei primi membri di queste equazioni, rappresenta la serie armonica, che la somma dei secondi membri è eguale all'area compresa fra l'iperbole equilatera, l'ordinata del vertice e l'assintoto, area, che, come è noto, è eguale al logaritmo dell'ascissa contata sull'assintoto a partire dal vertice, più la somma,

$$\frac{1}{1\,.\,2} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{2\,.\,3} \times \frac{1}{2} + \frac{1}{3\,.\,4} \times \frac{1}{2} + \ldots = 1 \times \frac{1}{2},$$

osservando, dunque, tutto questo, si ha:

$$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \ldots + \frac{1}{x-1} = \log\,(x-1) + \frac{1}{2}$$

e per conseguenza

$$P_x = 2\,M \left\{ \log\,(x-1) + \frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{6} \right\}.$$

Con P_x noi abbiamo indicato la pressione che si esercita sul cubetto x, se noi vogliamo la pressione nel punto x del diametro della sfera, ossia la pressione alla profondità x, allora per arrivare al punto x bisogna che contiamo, a partire dalla superficie, x cubetti e quindi la pressione nel punto x, sarà la pressione che si esercita sul cubetto $x + 1$ per cui indicando con p_x la pressione nel punto x si avrà:

$$p_x = P_{x+1} = 2\,M \left\{ \log x - \left(\frac{\pi^2}{6} - \frac{1}{2} \right) \right\}.$$

Questa equazione dà la pressione p_x che si verifica alla pro-

fondità x, contata sul diametro $0\,D$ della sfera (v. fig 4), pressione che si ottiene unicamente in considerazione dei cubetti 1, 2, 3, . . . n disposti secondo il diametro stesso. Ma il punto x subisce l'azione non solo dei cubetti disposti sul diametro $0\,D$, ma anche di tutti gli altri cubetti che compongono la sfera. L'azione di tutti questi cubetti, però, possiamo concentrarla sul diametro $0\,D$. Infatti se noi immaginiamo tanti piani normali al diametro $0\,D$ e distanti fra loro, di $\Delta\,x$, avremo divisa la sfera in tanti dischi di spessore $\Delta\,x$ ed aventi tutti il centro sul diametro $0\,D$.

Sia y il raggio di uno qualunque di questi dischi. Il numero dei cubetti contenuti nel disco, evidentemente, è proporzionale all'area del disco, è proporzionale cioè ad y^2. La sfera da noi considerata essendo di uniforme densità, la massa di ciascuno di questi cubetti è costante, di guisa che la massa di tutti i cubetti componenti il disco, sarà proporzionale al loro numero e quindi all'area del disco. Se ora nel punto x invece di un punto materiale di massa m, noi consideriamo un punto materiale avente una massa proporzionale all'area del disco, sarà come se nel punto x vi fossero tanti punti materiali, quanti sono i cubetti di lato $\Delta\,x$ contenuti nel disco stesso. In tal modo nel punto x si troverà concentrata tutta la massa dei cubetti componenti il disco y. Così facendo per tutti gli altri dischi, simili ad y, avremo concentrata sul diametro $0\,D$ tutta la massa della sfera. Se noi potremo introdurre questa condizione nell'equazione che dà il valore di p_x allora questo valore non sarà più la pressione nel punto x in dipendenza unicamente dei cubetti disposti sul diametro $0\,D$, ma sarà la pressione nel punto x in dipendenza dei cubetti di tutta la sfera. Chiamando A la costante, di proporzionalità fra l'area del disco di spessore $\Delta\,x$ e l'area della faccia del cubetto di lato $\Delta\,x$, se nel punto x per un sol punto materiale si aveva la quantità M costante, per $A\,y^2$ punti materiali si avrà la quantità $M\,A\,y^2$ che è costante per un dato disco ma che varia da disco a disco.

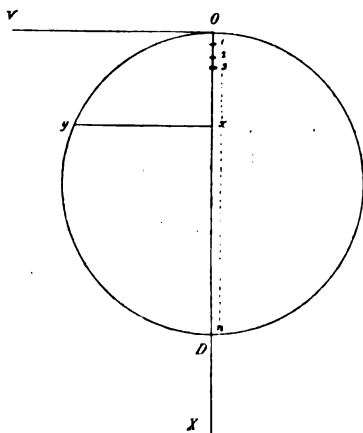



Fig. 4.

Dunque se indichiamo con P_x la pressione nel punto x, in con-

siderazione che in x non vi sia un sol punto materiale ma $A\,y^2$ punti materiali avremo

$$P_x = 2\,M\,A\,y^2 \left\{ \log x - \left(\frac{\pi^2}{6} - \frac{1}{2} \right) \right\}.$$

La costante $\frac{\pi^2}{6} - \frac{1}{2}$ è una costante assoluta e possiamo esprimerla addirittura in numeri e risulta eguale a 1 . 1448. Variando x, nell'ultima equazione varia anche y, ma queste variazioni sono legate fra loro da una funzione algebrica semplicissima, perchè y è media proporzionale fra x e $2\,R - x$, ove R è il raggio della sfera, per cui nell'ultima equazione si avrà:

$$P_x = 2\,M\,A\,x\,(2\,R - x) \left\{ \log x - 1\,.\,1448 \right\}.$$

Questa equazione che, senza il soccorso di ipotesi, si deduce direttamente dalla legge di Newton con un ragionamento analitico rigoroso, determina, per una sfera di uniforme densità, la pressione P_x che si verifica nel punto qualunque alla profondità x. in funzione della variabile x e di quantità costanti. La variabile x è espressa sotto la forma algebrica e sotto la forma logaritmica, due forme di facilissima calcolazione numerica perchè la forma logaritmica, sebbene forma trascendentale, è così conosciuta e studiata in tutte le sue più minute proprietà che non offre maggior difficoltà alla calcolazione numerica, di quello che offra la forma algebrica, anzi la forma logaritmica viene in aiuto a questa, abbreviandone le operazioni.

Applicazione dei risultati ottenuti alla sfera terrestre.

Dal campo analitico, passando al campo pratico, è più che naturale che la prima applicazione che si presenti sia per la sfera terrestre, che è la nostra casa nella grande metropoli astronomica. Cerchiamo dunque di determinare le costanti che entrano nell'ultima equazione, nel supposto che la sfera considerata sia la sfera terrestre. Come s'è visto la costante

$$M = \frac{m \,\Delta\, x^3 \,.\, m \,\Delta\, x^3}{\Delta\, x^2},$$

sostituendo per M questo valore nell'ultima equazione si ottiene:

$$P_x \,\Delta\, x^2 = 2\,A\,(m\,\Delta\,x^3)^2\,x\,(2\,R - x) \left\{ \log x - 1{,}1448 \right\}. \tag{2}$$

Prendendo la lunghezza $\Delta\,x$ per unità di misura, e ritenendo che questa unità sia il centimetro, allora $P_x\,\Delta\,x^2$ è la pressione per centimetro quadrato ed $m\,\Delta\,x^3$ è la massa dell'unità di volume,

è cioè la densità, la quale, nel processo analitico che conduce all'eq. [2] si ritiene costante. Questa condizione, che a tutta prima sembrerebbe inammissibile per la sfera terrestre, non si discosta troppo dalla realtà. Infatti per il valore di P_r hanno poca influenza i corpi sulla superficie della terra, pei quali varia grandemente la densità. Considerando il variare della densità lungo il raggio della sfera terrestre, come si fa nel processo analitico anzidetto, si vede che, oltrepassati i primi strati superficiali i quali essendo solidificati non si trovano nella condizione dei cubetti della sfera considerata, la densità si avvicina rapidamente all'uniformità, perchè la materia fusa, che si ammette che segua gli strati solidificati, ha, come tutte le materie liquide, una densità poco variabile colla pressione, d'altra parte poi la temperatura, che va crescendo colla profondità, ha, sulla densità effetto contrario alla pressione perchè l'aumento della pressione tendederebbe ad aumentare la densità, mentre l'aumento della temperatura tenderebbe a diminuirla. I loro effetti, dunque, in parte si elidono. Osserviamo, poi, che in ogni modo l'uniformità della densità non distrugge gli effetti della legge di Newton, mentre li rende suscettibili ad essere trattati analiticamente, e la sfera, da noi considerata, possiamo ritenerla come una condizione teorica che si avvicina alla realtà, precisamente come si è fatto in tante altre ricerche fisico-matematiche, nelle quali si cerca l'effetto della causa principale, come, ad esempio, nelle ricerche analitiche del moto dei gravi nelle quali non si tiene conto della resistenza dell'aria per determinare l'effetto della gravità, che è la causa principale del moto. Ammessa una densità media uniforme per la materia solida e liquida che compone la sfera terrestre, abbiamo ancora una parte gasosa che la avvolge per la quale non è possibile ammettere l'uniformità della densità e della quale non conosciamo nemmeno lo spessore. Di essa però, abbiamo un dato sicuro che possiamo misurare con molta precisione, ed è la pressione che esercita sulla superficie terrestre, pressione che è dovuta unicamente all'attrazione degli strati solidi e liquidi inferiori. Questa pressione è misurata da una colonna di mercurio di 76 centimetri d'altezza come ha insegnato Evangelista Torricelli, il grande allievo del sommo vegliardo (1) spentosi ad Arcetri, ultimo asilo ove, l'ignoranza e la mala fede dei suoi contradditori, credettero di poter confinare tant'astro splendente nel libero cielo

(1) Galileo.

del pensiero. L'equazione [1] lasciando, come s'è visto, indeterminato il valore di P_x pei valori di x superiori ad n, lascia adito a tener conto di qualunque causa esterna che possa influire sul valore di P_x. Se ammettiamo che per $x = n + 1$ il valore della pressione non sia indeterminato, ma eguale alla pressione atmosferica, allora se a contare la x invece di partire dalla superficie, si partisse da un punto distante 76 centimetri misurati nel senso del raggio, ed arrivati alla superficie si prendessero i valori 76 per la x ed un'atmosfera per la pressione, come valori corrispondenti da porsi nell'eq. [2], allora le costanti che contiene questa equazione dovendo essere sempre tali per tutti i valori corrispondenti di x e di P_x, resteranno determinati col dato che l'azione che la sfera esercita sull'involucro gasoso sia misurata da una colonna di mercurio di 76 centimetri che è precisamente la condizione che l'esperienza c'insegna che si verifica per la sfera terrestre. Ma la sfera terrestre non ha la densità del mercurio. Dalle esperienze di Cavendish risulta che la densità media della materia che compone la sfera terrestre, è 5.44, presa come unità la densità dell'acqua a 4^0 centigradi. La pressione atmosferica corrispondendo ad una colonna d'acqua di 10 metri ed [1] ne segue che essa eguaglia una colonna di due metri circa di materia della densità media misurata da Cavendish.

Dunque ritenendo $\Delta x = 1$ centimetro, se fisseremo per x il valore 200, e $P_x = 1$ atmosfera avremo due valori corrispondenti di x e di P_x da porre nell'eq. [2]. Il raggio R della terra, dalle accurate misure di Arago risulta di 6366 chilometri, ossia di 636600000 centimetri. Si potrebbe domandare, perchè si sceglie un'unità di misura così piccola nella quale il raggio della terra è rappresentato da un numero così grande. Potremmo osservare che il centimetro è l'unità di misura adottata nel sistema *centimetro-gramma secondo*, nel quale si valutano tutte le energie, ma questa ragione avrebbe, nel nostro caso, una importanza secondaria, perchè non sarebbe che una ragione di opportunità, e ad essa non converrebbe sacrificare la brevità delle calcolazioni numeriche. Avvi un'altra ragione importante che consiglia questa scelta ed è che il valore di x che corrisponde al valore $P_x = 1$ deve essere espresso da un numero non troppo piccolo di unità onde si abbia una convergenza sufficiente nelle serie considerate. Prendendo il centimetro come unità di misura lineare, il valore di x che corrisponde alla pressione di un'atmosfera, che è l'unità adottata per valutare la pressione, è rappresentato da un numero

di unità (200) che dà già per la convergenza, della serie inversa dei quadrati dei numeri naturali, un'approssimazione della quarta cifra decimale, approssimazione che riteniamo sufficiente per i calcoli numerici. Volendo un'approssimazione maggiore si potrebbe adottare il millimetro come unità di misura, ma non si guadagnerebbe gran chè nella valutazione della pressione, tanto più per gli strati profondi, pei quali la pressione è rappresentata da un numero così grande di unità, che una di più od una di meno non ha importanza sul risultato pratico, mentre il numero che rappresenta R verrebbe ad essere così grande che sarebbe molto incomodo nelle calcolazioni numeriche.

Ritenendo, dunque, $\Delta x = 1$ centimetro, $P_x = 1$ atmosfera, $x = 200$ centimetri, $R = 6\,36\,600\,000$ centimetri avremo tutti i dati che si riferiscono alla sfera terrestre perchè i valori di P_x e di x sono rispettivamente 1 e 200 se la densità della materia, che compone la sfera, è 5.44 come ha misurato Cavendish, per la sfera terrestre. Ponendo nell'eq. [2], per brevità, la costante $2\,A\,m^2 = K$ e supponendo che si faccia uso delle tavole logaritmiche a base 10, e ponendo per x e P_x i valori anzidetti si ha:

$$1 = K\,200\,(2 \times 636600000 - 200)\,(2{,}3025 \log 200 - 1.1448).$$

Dalla quale si ricava:

$$K = \frac{1}{1057570681872}.$$

Ponendo, ora, questo valore al posto di $2\,A\,m^2$ nell'eq. [2] si ha:

$$[3] \qquad P_x = \frac{x\,(2\,R - x)\,\{2.3025 \log x - 1.1448\}}{1057570681872}$$

la quale dà la pressione P_x che si esercita nel punto qualunque x della sfera terrestre.

Applichiamo questa formola per trovare la pressione al centro della terra. Per il centro della sfera si ha $x = R$ e quindi la pressione al centro della terra sarà:

$$P_R = \frac{(636600000)^2\,(2.3025 \log 636600000 - 1.1448)}{1057570681872}$$

ed eseguendo le operazioni numeriche si ottiene:

$$P_R = 7329056$$

cioè la pressione al centro della terra supera i 7 milioni di atmosfere.

Nota la pressione al centro si può avere un'equazione più semplice della [3] per calcolare la pressione in una frazione del

raggio. Infatti se nell'equazione [3] la profondità x la esprimiamo con una frazione del raggio, cioè se indicando con a un numero positivo maggiore delll'unità, poniamo $x = \frac{R}{a}$, ed indichiamo con $P_{\frac{R}{a}}$ la pressione nel punto $\frac{R}{a}$, ossia sul cubetto $\frac{R}{a} + 1$ avremo:

$$P_{\frac{R}{a}} = K \frac{R}{a} \left(2\,R - \frac{R}{a}\right) \left(2.3025 \log \frac{R}{a} - 1.1448\right)$$

dalla quale si ricava:

$$[4] \qquad P_{\frac{R}{a}} = K\,R^2 \frac{2\,a - 1}{a^2} \left(2.3025 \log \frac{R}{a} - 1.1448\right).$$

Questa equazione dà la pressione in un punto del raggio la cui distanza dalla superficie è espressa con una frazione del raggio. Per esempio, ad $^1/_{10}$ del raggio $a = 10$, ad $^1/_{100}$, $a = 100$, ecc. Per l'intero raggio, ossia al centro della sfera, $a = 1$ ed infatti ponendo in [4] $a = 1$ si ha

$$[5] \qquad P_R = K\,R^2\,(2.3025 \log R - 1.1448)$$

che è precisamente l'equazione già trovata e che dà la pressione al centro.

Dall'eq. [4] si ha:

$$\frac{a^2}{2\,a - 1} P_{\frac{R}{a}} = K\,R^2 \left(2.3025 \log \frac{R}{a} - 1.1448\right).$$

Sottraendo questa equazione da [5] si ottiene:

$$P_{\frac{R}{a}} = \frac{2\,a - 1}{a^2} \left(P_R - K\,R^2\,2.3025 \log a\right).$$

Questa equazione, determinato che sia P_R, dà con molta facilità, la pressione ad una data frazione del raggio. Le quantità P_R e $K\,R^2\,2.3025$, essendo costanti, possiamo calcolarle una volta tanto. Abbiamo già trovato $P_R = 7329056$ e per $K\,R^2\,2.3025$ abbiamo

$$K\,R^2\,2.3025 = \frac{(636600000)^2 \times 2.3025}{1057570681872} = 882314.$$

Sostituendo questi valori in [5] abbiamo

$$P_{\frac{R}{a}} = \frac{2\,a - 1}{a^2} \left\{7329056 - 882314 \log a\right\}.$$

Se $a = 1$ si ha log $a = 0$ e quindi

$$P_R = \frac{2-1}{1} \left\{ 7329056 \right\} = 7329056$$

che è il valore della pressione al centro che abbiamo trovato.

Se $a = 2$ si ha log $a = 0.301$ e quindi:

$$P_{\frac{R}{2}} = \frac{2 \times 2 - 1}{2^2} \left\{ 7329056 - 882314 \times 0.301 \right\} = 5297610.$$

Se $a = 10$ si ha log $a = 1$ e quindi

$$P_{\frac{R}{10}} = \frac{10 \times 2 - 1}{10^2} \left\{ 7329056 - 882314 \right\} = 1224880$$

e così di seguito, la formula dà la pressione con operazioni numeriche abbastanza semplici.

Determiniamo, ora, la costante K nel supposto che la sfera considerata sia la sfera solare.

La densità media della materia che compone la sfera solare, essendo 1.37 (vedi Delaunay, *Astronomia*, pag. 683) mentre quella della terra è 5.44, ne viene che il valore di x che corrisponde al valore $P_x = 1$, mentre per la terra era $x = 200$, per il sole sarà:

$$x = 200 \frac{5.44}{1.37} = 794 \text{ riteniamo } 800.$$

Quindi si avrà:

$$K = \frac{1}{800 \, (2\,R - 800)\,(2{,}3025 \log 800 - 1.1448)}.$$

Ponendo per R il valore del raggio del sole, che è 112 volte il raggio della terra, si ottiene:

$$K = \frac{1}{800\,(2 \times 112 \times 636600000 - 800)\,(2.3025 \times 2.90309 - 1.1448)}$$

ed eseguendo le operazioni numeriche indicate

$$K = \frac{1}{631996105254400}.$$

Ponendo, nell'eq. [5], per K, questo valore, e per R il valore

$R = 112 \times 636600000 = 71299200000$ si ha il valore della pressione al centro del sole

$$P_R = \frac{(71299200000)^2 (2.3025 \log 71299200000 - 1.1448)}{631996105254400}$$

$$= \frac{(71299200000)^2 (2.3025 \times 10.85309 - 1.1448}{631996105254400}$$

ed eseguendo le operazioni numeriche indicate si ha:

$$P_R = 191761387.$$

Al centro del sole, dunque, si avrebbe una pressione di poco inferiore ai 200 milioni di atmosfere. È una pressione assai più piccola di quella esposta dal prof. See che, come abbiamo detto in principio, sarebbe di 11215 milioni di atmosfere. Però 200 milioni di atmosfere è già una pressione così alta che non si vedrebbe ragione di ritenerla, *a priori*, troppo piccola, solo per riguardo alla cifra esposta dal prof. See. Essa è più del doppio della pressione che si avrebbe supponendo una legge di proporzionalità fra la profondità e la pressione. Infatti il raggio del sole essendo di 712992000 metri ed essendo $P = 1$ per $x = 800$ centimetri, ossia un'atmosfera ogni 8 metri, al centro del sole si avrebbe, colla legge della proporzionalità, una pressione di

$$\frac{712992000}{8} = 89124000 \text{ atmosfere}$$

che è circa 0.45 della pressione data della formola

Conclusione.

Ritornando, ora, alla domanda che abbiamo posta in principio, cioè se la pressione possa crescere senza limite, vediamo se, dai risultati ottenuti, possiamo avere una risposta.

Riportiamo l'equazione:

$$P_x = K\, x\, (2\, R - x) \left\{ 2.3025 \log x - 1.1448 \right\}.$$

Se la pressione potesse crescere senza limite, cioè se P_x potesse avere il valore $P_x = \infty$, si avrebbe, di conseguenza:

$$K\, x\, (2\, R - x) \left\{ 2.3025 \log x - 1.1448 \right\} = \infty.$$

La x è una quantità variabile ma finita perchè è in nostra facòltà fissare la profondità alla quale cerchiamo il valore della

pressione. La K è una quantità, minore dell'unità, ma che non può essere zero perchè $K = 2\,A\,m^2$, ove A è la costante di proporzionalità fra l'area della faccia del cubetto e l'area del disco, ed m è la massa di un punto materiale, che è, una quantità piccola, ma non zero. Dunque, affinchè l'ultima equazione sia verificata, bisogna che sia infinito il raggio R della sfera.

Ora, una sfera di raggio infinito è un assurdo perchè comprenderebbe tutto lo spazio il quale, essendo infinito, non può avere un limite geometrico. Non potendo il raggio della sfera avere un valore infinito, anche la pressione non potrà avere un valore infinito.

Questo risultato ci viene confermato anche dall'osservazione. Noi vediamo, infatti, che la materia è sparsa, per l'universo, a piccoli gruppi; piccoli relativamente agli spazii che separano un gruppo dall'altro. Ora, data la legge di Newton della gravitazione universale, perchè nell'infinità del tempo la materia non si trova tutta riunita in una unica massa? Perchè, se così fosse, il valore della pressione oltrepasserebbe il limite oltre il quale si produrrebbe l'urto atomico, che avrebbe per necessaria conseguenza la reazione manifestantesi coll'esplosione e la materia si disporrebbe nuovamente a gruppi, in ciascuno dei quali la pressione non raggiunge il limite che ha per conseguenza l'urto atomico.

Il mondo dell'infinitamente grande, in tal modo, è strettamente collegato al mondo dell'infinitamente piccolo e noi, piccola *quantità finita* intermedia, segniamo il passaggio dell'uno all'altro. Coll'occhio speculativo della mente possiamo intravedere e l'uno e l'altro, e col raziocinio, dono supremo concesso all'uomo, possiamo anche trovare i *rapporti finiti* che hanno fra loro, gli infinitesimi, ma non ci è dato nè di assurgere, nè di discendere oltre *i limiti del finito.*

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Particolarità costruttive negli impianti idroelettrici americani [1]

(colla tavola I).

Le forze idrauliche negli Stati Uniti d'America sono utilizzate in misura assai limitata; per scopi industriali e ferroviari vengono prodotti complessivamente 32 milioni di cavalli dei quali all'incirca 26,5 milioni mediante vapore e 5,5 milioni con turbine idrauliche.

Per la produzione di vapore e per altri scopi si consumarono nell'anno 1907, 480 milioni di tonnellate di carbone, consumo questo che subì una diminuzione nel 1908 per effetto della crisi industriale scendendo a 415 milioni di tonnellate. Dalle statistiche governative dell'anno 1910 si rileva inoltre che i 5.356.680 HP idraulici sono sviluppati da 52827 turbine il che corrisponde ad una potenza media per unità di 100 HP circa; si nota inoltre come solo un quarto circa del Paese sia stato studiato in massima dal punto di vista delle derivazioni idrauliche arrivando alla conclusione che con opportuni bacini di immagazzinamento, la potenza ricavabile avrebbe raggiunti i 53 milioni di cavalli, deducendo altresì che per la distribuzione idrografica del Paese si potevano ritenere sfruttabili negli Stati Uniti, complessivamente circa 200 milioni di cavalli.

Dighe. — Per le dighe di trattenuta di poca importanza il materiale generalmente impiegato è il legno ed il sistema di costru-

---

(1) Riassunto da una pubblicazione dell'Ing. F. KOESTER di Nuova York nella *Zeitsch. des Vereines deutscher Ingenieure.*

zione è assai primitivo; per impianti di maggiore importanza è diffuso l'uso di lamiera di ferro o di travi in ferro raccordate tra loro con pezzi di sagoma speciale. Tanto le travi che i ferri sagomati sono facilmente smontabili e trasportabili altrove quando la natura del corso d'acqua o le esigenze dell'industria lo richiedano (vedi fig. 2).

Nella costruzione di dighe di una certa importanza o di carattere permanente, si usa generalmente il calcestruzzo e più ancora la muratura di pietrame (fig. 3) usando assai raramente la calce e servendosi invece di calcestruzzo e di malta di cemento. Raramente i blocchi di pietrame hanno dimensioni rilevanti, queste anzi sono generalmente subordinate al principio che la loro posa in opera non richieda più di due uomini. Per i paramenti a monte delle dighe si usa un rivestimento liscio di cemento.

Nella costruzione di grandi dighe si impiega anche sovente una struttura speciale costituita da grossi blocchi di pietra fino a 2 tonnellate di peso, annegati nel calcestruzzo di cemento; sistema questo che se presenta il vantaggio di poter impiegare pietrame di qualunque grossezza, tantochè il lavoro può procedere più rapidamente, porta con sè il pericolo che per un irregolare asciugamento della massa non omogenea si possano verificare delle fenditure che ne diminuiscono la resistenza.

È per questa ragione che si preferì in molti casi un sistema di costruzione con blocchi indipendenti su platea unica di fondazione, nei quali lateralmente e ricavate di gettata, si lasciavano profonde scanalature o camere; una volta asciutti i blocchi convenientemente allineati, si riempivano dette scanalature con calcestruzzo ottenendosi lo scopo di collegare tra loro i diversi blocchi impedendo contemporaneamente la formazione di spaccature.

Questo sistema di costruzione venne adottato dalla Mc. Call Ferry Power. Co. per una diga sfiorante che sbarra il fiume Susquehanna per una lunghezza di 728 metri. La cresta della diga è a 15 metri sovra il pelo d'acqua medio estivo; la sua altezza complessiva è di 18 metri circa con una larghezza alla base di 20 metri. Il calcestruzzo impiegato aveva le proporzioni 1 : 3 : 5, con pietrame di basalto di pezzatura non superiore ai 18 cm., mescolato in proporzione del 20 % con pietrame di cava. Per la formatura dei grossi blocchi indipendenti si usarono forme in legname assai robuste e collegate tra loro da nervature e rinforzi in ferro.

Un altro sistema di costruzione dei manufatti di trattenuta, del

quale si hanno negli Stati Uniti numerosi esempi, è quello delle dighe in cemento armato vuote internamente, i cui vantaggi si devono ricercare nel minor costo e nella rapidità di esecuzione del lavoro.

E mentre nelle dighe massiccie con paramento a monte generalmente verticale si cerca di assicurarsi contro lo sforzo di scivolamento con profonde e larghe fondazioni, in quelle in cemento armato si adotta per il paramento a monte una inclinazione di 30° fino a 45° rispetto alla verticale.

Questo sistema di costruzione viene eseguito per sezioni con platea unica nei soli casi in cui il terreno di fondazione non sia sufficientemente resistente. In questi casi la platea di fondazione viene protetta a monte con una parete in lamiera di ferro rinforzata con travi pure in ferro, spinte a forza nel terreno costituente il letto del fiume.

L'armatura della struttura in cemento armato è costituita generalmente con ferri tondi laminati ed anche con lamiere stirate, mentre il rapporto per la miscela del beton è di 1 : 3 : 5 con un risparmio rispetto alle dighe massiccie del 50 al 40 % a seconda che l'inclinazione del paramento a monte sia di 30 o di 45°. Ulteriore vantaggio di questo sistema di dighe si è avuto in tutti quei casi dove fu possibile installare il macchinario nell'interno della diga stessa; un'esempio di questo genere si ha nell'impianto di Patapsco presso Ilchester nel Maryland dove si provvede ad aumentare il pelo d'acqua di trattenuta mediante un sopralzo con panconcelli sostenuti da cavalletti mobili in ferro, che vengono abbassati nei periodi di piena, poichè in caso contrario verrebbero asportati e si sfuggirebbe in ogni modo al pericolo di un sovracarico eccessivo della sottostante struttura in cemento armato.

In alcuni impianti si usarono anche cavalletti di sopralzo a ribaltamento automatico quando l'altezza di trattenuta sorpassa una determinata quota.

Queste dighe in cemento armato vengono costruite anche per notevoli altezze; fra le più importanti è ad esempio quella di Ellsworth in Staate Maine per la Bar Harbor and Union River Power Co., che ha una altezza di 20 metri, una lunghezza in cresta di 140 metri, sfiorante per una luce di 90 metri. Tutto il macchinario venne installato internamente alla diga.

Oltre alle strutture sovraricordate, si riscontrano frequentemente in America costruzioni di dighe in terra ed in legno; queste ultime sono generalmente di sistema misto e cioè rinforzate ed appesantite con riempimenti in terra.

Si notano pure dighe in ferro; una fra le più importanti, e che ebbe però un periodo di durata assai breve, è quella della Helena Power Transmission Co. (Montana) attraverso il Missouri, che aveva una lunghezza di 194 metri ed una altezza in cresta di 25 metri. La parte inferiore della diga dal lato di monte era costruita con calcestruzzo e pietrame, protetta al piede con una palificazione; la parte superiore era invece una struttura in ferro costituita da lamiere metalliche di 8 a 10 mm. di spessore sostenute da pilastri. Anche la parte superiore dal lato a valle era pure in ferro con ricoprimento in lamiera mentre per tutta quella sottostante si era prescelta una costruzione in legname. La cresta della diga era costituita da un traliccio in ferro portante delle lamiere sui due lati, lasciando una luce centrale libera di 154 m. per lo scarico delle acque di piena.

Come si accennò più sopra questo tipo di costruzione non diede buoni risultati e presentemente la diga si va sostituendo con altra in calcestruzzo.

Numerosi sono pure gli esempi di dighe in terra; notevole per la sua importanza è quella della Necaxa Light and Power Co., Mexiko (fig. 5), che ha un'altezza di 55 metri ed una lunghezza in cresta di 393 m. L'angolo di inclinazione a monte è di 3 : 1, quello a valle, 2 : 1; la larghezza in cresta di 16,5 m., e quella di base di 291,50 m. Il nocciolo centrale impermeabile della diga è in argilla racchiuso fra due altri strati di una miscela di terra argillosa e calcare, ai quali fanno seguito a valle un ulteriore strato di pietrame calcare con piccola percentuale di silice e finalmente i due paramenti esterni costituiti esclusivamente con pietrame calcare. Tutto il materiale costituente la diga per un volume di 1.639.690 mc. venne lavato durante la gettata.

Condotte forzate. — Nella massima parte dei casi si impiegano tubi in lamiera chiodata epperò si hanno anche numerosi esempi di tubazioni in legno: sono quasi sconosciute invece le condotture in cemento armato delle quali si hanno esempi in Europa. In questi ultimi tempi però trattandosi di impianti con salti rilevanti, si installarono tubi saldati acquistati in Europa; tubazioni di questo tipo vennero usate in un impianto nel Colorado per una lunghezza di 335 m. ad una pressione massima di 31 atm.; per Rio Janeiro, 7 tronchi di 650 m. ognuno ad una pressione di 29 atm.; per il Messico, 7 tronchi di 1000 m. di lunghezza e 29 atm. di pressione.

Un sistema di tubazione che diversifica da quelli comunemente impiegati venne usato nell'impianto sul Kern-River della Edison Co.

in Los Angeles (California); un tronco di condottura per una lunghezza di 527 m. e con un diametro di 2,8 m. è piazzato in galleria e venne chiodato in posto. Il tubo che presenta diverse curvature sia in orizzontale che in verticale venne disposto in mezzaria della galleria e in tutto lo spazio libero circostante venne compresso del calcestruzzo in miscela 1 : 3 : 3.

Per le installazioni con tubi di grande diametro, le lamiere vengono curvate e chiodate in posto; questo sistema si seguì ad esempio per le tubazioni dell'impianto della Ontario Power Co. alle Cascate del Niagara, costituite da tre tronchi di 2000 m. di lunghezza ognuno e di 5,6 m. di diametro; lo spessore delle lamiere dato il piccolo salto, non era che di 13 mm. e si rese necessario pertanto un irrigidimento esterno con calcestruzzo compresso tutt'attorno al tubo.

In vicinanza della Centrale, queste tubazioni principali si suddividono ognuna in 7 derivazioni secondarie di 2,7 m. di diametro e due di 760 mm. per le turbine delle eccitatrici. In tutti i punti di derivazione sono installate delle saracinesche a comando elettrico diretto dal quadro di manovra: il percorso delle tubazioni secondarie è in parte verticale ed in parte orizzontale. Per ridurre le sovrapressioni provocate nelle condotte per effetto di colpi d'ariete, si prolungò il tubo principale a guisa di pozzo piezometrico, scaricatore nei soli casi di sovrapressione, raccordato con un canale scaricatore in galleria a profilo elicoidale allo scopo di ridurre l'energia dell'acqua impedendone inoltre la congelazione durante l'inverno. Un sistema costruttivo assai caratteristico per la torre di derivazione nell'impianto di Necaxa nel Messico è quello rappresentato nelle figure 6-7, tav. 1; addossata al paramento a monte della diga venne costruita una torre nell'interno della quale sono installate due tubazioni principali di derivazione portanti a diverse altezze, cinque bocche o prese d'acqua. Si è adottato questo sistema allo scopo di ridurre lo sforzo necessario per la manovra delle saracinesche a piatto data la notevole altezza d'acqua di 44 m. circa.

Le tubazioni principali di questo impianto hanno un diametro di 2,5 m. ed uno spessore alla quota di derivazione di 9 mm. circa; dopo un certo tratto il diametro venne ridotto a 1.80 m. Dopo 700 m. circa di percorso le due tubazioni mettono capo a due collettori cilindrici dai quali si dipartono le sei condotte forzate in lamiera saldata di 760 mm. di diametro che vanno alle turbine; in ognuno dei sei punti di derivazione è innestato un

tubo piezometrico di 760 mm. di diametro addossato alla falda del monte per una lunghezza di 96 m. coll'orificio superiore che supera di qualche metro la quota di pelo d'acqua del bacino di trattenuta.

Le condotte forzate in lamiera saldata colle quali viene utilizzato un salto netto di 400 m. hanno spessori variabili da 13 a 25 mm. ed il diametro interno viene ridotto per i tronchi inferiori da 760 a 735 mm.; la lunghezza delle tubazioni saldate è di 762 m.; per le giunzioni degli elementi di tubo si adottarono tre sistemi diversi di giunti a flangia (vedi fig. 8).

Di tubazioni forzate in legno si hanno esempi numerosi lungo le coste del coste del Pacifico per impianti utilizzanti dei salti massimi di 90 m.; con dislivelli maggiori si usa il legno solo per i tronchi superiori.

Il vantaggio principale derivante dall'uso del legno sta nel fatto che dato il minore attrito interno, con uguale diametro di tubo rispetto a quelli in ferro o cemento armato si può trasportare un volume d'acqua del 10 al 20 % superiore, mentre riesce quasi trascurabile l'influenza del gelo. Altri pregi di questo materiale sono la sua lunga durata, ed il costo ridotto specialmentre nei centri boscosi ed alpestri dove non si hanno nè strade ferroviarie nè carreggiabili.

È opportuno poi anche ricordare come generalmente queste tubazioni in legno vengano scelte per percorsi molto lunghi; così a Johnstown in Pennsylvania si ha esempio di una condotta di 900 a 1100 mm. di diametro e della lunghezza di 10,5 km.: un'altra di 450 mm. di diametro e della lunghezza di 12 km. venne installata in Astoria (Oregon). Le doghe in legno sono segate generalmente in lunghezza di 3 a 5 m., mentre il loro spessore ed il numero degli anelli in ferro esterni per metro corrente, vengono calcolati in base alla pressione interna dell'acqua. Così per esempio, per una condotta di 1 m. di diametro si usano doghe di 50 mm. di spessore e 150 mm. di larghezza con anelli in ferro tondo di 12 fino a 18 mm. di diametro che vengono piegati in posto con una piegatrice a mano dato che il trasporto delle barre diritte riesce più agevole e meno costoso. Gli anelli vengono tesi contro le doghe, ordinate secondo una forma spostabile internamente al tubo, mediante giunti a vite. Per le curve di raggio minore ai 30 m. si adottano raccordi speciali in ghisa o in lamiera di ferro.

Officine generatrici. — Caratteristica delle officine generatrici

americane è, salvo qualche eccezione, la tendenza a ridurre al minimo possibile lo spazio occupato, anche a scapito della accessibilità di tutto il macchinario installato, pur trovandosi le officine assai lontane dalle città e dai centri di utilizzazione; per quanto riguarda poi l'architettura dei fabbricati si cerca di spendere il meno possibile e si ottengono di conseguenza dei veri capolavori di bruttezza. In questi ultimi anni il materiale prescelto è il cemento armato usandosi generalmente tetti piani con travature metalliche senza lucernari nè bocche di ventilazione. Alcuni esempi di questi sistemi di costruzione sono rappresentati nelle figure 9, 10, 11, tav. 1.

La Centrale per le tramvie elettriche della città di Winnipeg (Manitoba-Canadà) dista circa 100 km. dalla città; utilizza un salto di 12,5 m. ottenuto mediante derivazione con un canale largo 37 m., con 2,4 m. di altezza d'acqua ed una lunghezza di 12 km. circa. Le turbine installate del tipo Cormick, sviluppano 1500 HP a 200 giri. Ciascuna unità-turbina comprende quattro ruote mobili fissate su un unico albero e due canali d'aspirazione; i soli alternatori sono installati nell'interno della Centrale mentre le turbine sono piazzate all'esterno.

La fig. 10 rappresenta lo schema di installazione della centrale di Albany (Georgia); le turbine fornite dalla ditta Morgan, Smith Co., comprendono quattro ruote mobili per gruppo, di 840 mm. di diametro, ordinate due a due in camere distinte, con canale aspiratore unico.

Anche in questo caso le turbine sono esterne all'officina contrariamente a quanto si verifica invece nell'impianto di Holyoke (Massachusset) fig. 11.

Un importante impianto è quello della Mc. Call Ferry Power Co. sul fiume Susquehama (Pennsylvania), che utilizza in parte le acque di un bacino imbrifero di 70000 kmq. mediante una diga sfiorante di 775 m. di lunghezza e 23 m. di altezza, che sbarra il fiume in tutta la sua larghezza. L'officina completa, comprenderà dieci unità, ognuna della potenza massima di 13500 HP con una potenza complessiva normale di 100.000 HP. Le turbine, fornite dalla ditta J. P. Morris Co., sono del tipo verticale Francis con due ruote mobili e funzionano ad una pressione di 18 m. con 94 giri al minuto. Come vedesi nella figura 12 le griglie sono installate in un fabbricato adiacente all'officina e possono venir sollevate per la pulitura mediante una gru a ponte di 15 tonnellate di portata.

Dal lato opposto, in un corpo di fabbricato addossato all'officina, vennero installati i trasformatori ed i meccanismi di manovra Tutta la struttura dei fabbricati è in cemento armato. Altri impianti assai notevoli sono quelli di Toronto sul fiume Niagara, per il quale si sono seguìti gli stessi principî costruttivi tradotti in atto cogli impianti della Niagara Falls Power Co. e della Canadian Niagara Power Co., e l'altro utilizzante le cascate di Snoqualmie sul White River nello Stato di Washington, con una centrale sotterranea sul fondo di un pozzo forato nella roccia a 90 m. a monte della cascata fino ad una profondità di 85 m. La sala delle macchine ha una lunghezza di 62 m., una altezza di 9.3 m. ed una larghezza di 12 m. La tubazione forzata ha un diametro di 2,3 m. con spessori varianti da 13 a 25 mm.

Ciascuna unità-turbina comprende 6 ruote Pelton calettate ad un unico asse direttamente accoppiato ad alternatori trifasi della potenza di 1500 kw. a 1000 volt di tensione.

Due altri pozzi, ospitano rispettivamente un ascensore per il personale e pei materiali e i cavi che portano l'energia alla stazione di trasformazione situata su una delle sponde a monte della cascata (vedi fig 14). La sala delle macchine è assolutamente asciutta e la temperatura si mantiene costante sui 13° C.

Due altri impianti che caratterizzano i sistemi di costruzione americana sono quelli della Ontario Power Co. sul Niagara e del Necaxa nel Messico.

Nella Centrale della Ontario Power Co., situata a valle delle cascate sulla sponda canadese, sono installate dieci turbine Francis doppie ad asse orizzontale della ditta J. M. Voith di Heidenheim, ognuna della potenza normale di 12.000 HP direttamente accoppiate con generatori elettrici.

Nella centrale Necaxa sono invece installate sei turbine Pelton ad asse orizzontale della potenza ognuna di 7000 HP a 300 giri utilizzanti un salto di 270 m.

Sulle linee di trasmissione e loro protezione. — In America si hanno tipi assai svariati di palificazioni per linee di trasmissione dell'energia elettrica; in legno, in cemento armato, con tubi in acciaio, con ferri proflati o laminati. Però quelli in legno o con ferri profilati sono indubbiamente i più usati; i primi specialmente in quei casi nei quali la linea deve attraversare dei folti boschi e si dispone conseguentemente di legname abbondante. I tronchi vengono tagliati in lunghezze di 9 a 10 m. con diametri di 250 a 300 mm. al piede e 180 a 230 mm. in sommità e vengono interrati

generalmente per $^{1}/_{6}$ od $^{1}/_{7}$ della loro lunghezza. Il legname di quercia, cedro, pitchpine viene ordinariamente impregnato in posto per aumentarne la durata. Un sistema molto in uso è quello di introdurre diversi tronchi in un recipiente cilindrico nel quale viene inviato del vapore a 100 o 120° C.; in un secondo cilindro, nel quale si crea una depressione, si eliminano per estrazione tutti i succhi contenuti nel legname e finalmente in un terzo cilindro si iniettano sotto pressione determinate soluzioni chimiche.

Generalmente le palificazioni in cemento armato vengono usate quando per gli attraversamenti o per le condizioni del tracciato si richiedano tesate molto lunghe; un esempio del genere si ha sulla linea della West Pennsylvania Railway Co. per l'attraversamento del fiume Monongahela. Le torri hanno un'altezza di 46,5 m. sul terreno e distano tra loro 315 m.; l'armatura in ferro rappresentante l'1,73 % è costituita da vecchie rotaie annegate in una piattaforma di base e collegate tra loro con una fune metallica di 10 mm. di diametro avvolta a spirale. Il rapporto di mescolalazione del calcestruzzo è di 1 : 2,5 : 4 per la struttura esterna e di 1 : 2,5 : 5 per lo zoccolo di base.

Si hanno anche esempi di pali a traliccio costruiti con tubi in acciaio e saette in ferri ad angolo; un esempio di questo sistema di palificazione si ha nel Messico per il trasporto di forza a 500 volt (il primo eseguito in America) della Guanajuato Power and Electric Co.

Epperò questo sistema di costruzione risultando oggigiorno troppo costoso, si ricorre generalmente ai ferri profilati e specialmente ai ferri ad angolo costruendo pali a tre o quattro appoggi, essendo affatto sconosciuti i pali a due appoggi con ferri a U o a ⊥ di cui si ha esempio in Italia, Svizzera e Germania. La figura 18 rappresenta un tipo normale di palo di 14 m. di altezza impiegato nella linea a 60000 volt dell'impianto di Syracuse: con sezione quadrata di 1,83 m. di lato, montanti a L di 60 × 60 × 6 e trasversali pure ad L di 50 × 6 al piede è 38 × 6 in sommità con saette diagonali in ferri tondi di 17 e 13 mm. di diametro.

La distanza fra gli isolatori delle diverse fasi è di 2133 mm. I pali a traliccio di 15,5 m. di altezza hanno una distanza normale tra loro dl 74,5 m.; per le tesate maggiori fino a 125 m., si impiegarono pali di 19 m. d'altezza. Questi tipi di pali appartengono alla linea di 250 km. di lunghezza della Ontario Power Co. in Niagara Falls. Lungo questa linea si riscontrano costruzioni spe-

ciali; valga ad esempio la torre galleggiante nella palude di Montezuma (fig. 19) con base molto allargata assicurata ad un blocco di calcestruzzo galleggiante nel fango.

Un punto assai interessante di questa linea riguarda l'attraversamento del fiume dalla sponda canadese a quella americana con una tesata di 183 m. e poichè la sponda americana è molto scoscesa, fu necessario l'impianto di mensoloni quali sono riprodotti nella figura 20. La linea attraversante il fiume, comprende tre circuiti trifasi; per ciascuna fase si impiegò una corda in alluminio di 19 fili con una sezione complessiva di 330 mmq.

Ad impianto completo, la linea avrà una lunghezza di 500 km. e potrà trasportare 40000 HP circa alla tensione di 110000 volt e 25 periodi-1"; negli impianti di linee nuove si adottarono isolatori del tipo a sospensione costituiti da 5 isolatori da 25.000 volt ognuno disposti in serie. I pali normali sono a quattro appoggi con tesate normali in rettilineo di 170 m. ed in curva di 40 m. circa; la loro altezza è di 20 m. in modo che il punto più basso della catenaria si trovi ad almeno 7 m. dal suolo. Per le condotture si usarono corde d'alluminio, con un peso complessivo di metallo di 550 tonnellate, sospese a 3200 pali del peso complessivo di 7500 tonn.

La struttura della palificazione usata nella linea di trasmissione a 110.000 volt della Grands Rapids-Muskegon Power Co. di Michigan è quello rappresentato nella figura 21; è a tre appoggi ed è costruita per isolatori del tipo a sospensione.

Un altro sistema di palo gemello a quattro appoggi è quello riprodotto nella figura 22; viene costruito dalla Aermotor Co. di Chicago nelle tre altezze di 10,8, 13.30 e 15.5 m. dal piano di terra e del peso rispettivamente di 1100, 1300 e 1500 kg., ed ha sovratutto il vantaggio di essere facilmente trasportabile. La superficie del ferro è zincata elettroliticamente.

Altro esempio assai importante di trasporto d'energia è quello della Great Western Power Co. in California; la linea ha una lunghezza di 256 km. e trasporta 40000 kw. circa alla tensione di 100.000 volt (fig. 23). I due circuiti trifasi sono portati da isolatori a sospensione appesi a tre traverse che distano tra loro 3 m. circa. I fili inferiori distano da terra 15 m., la distanza verticale tra i fili di uno stesso circuito è di 3,1 m.; quella in orizzontale fra i due circuiti, 5,5 m. I pali che distano tra loro 77,5 m. sono del tipo a quattro appoggi equidistanti, coi montanti prin-

cipali costituiti da ferri ad angolo di 75 mm. di lato e 5 mm. di spessore che vennero semplicemente affondati nel terreno senza zoccolo in calcestruzzo, sistema questo però che causò inconvenienti notevoli non presentando siffatta fondazione sufficiente garanzia contro il rovesciamento dei pali stessi per effetto del vento. Altra costruzione caratteristica è quella seguita dalla Franklin Steel Co. di Franklin (Filadelfia) che fornisce dei pali ad elementi in acciaio laminato (vedi fig. 24).

Conduttori ed isolatori — Come si è già accennato più sopra, vengono impiegati sovente dei conduttori in corda d'acciaio o in alluminio; poichè il peso specifico del rame laminato è di circa 3,3 volte maggiore di quello dell'alluminio e poichè la resistenza alla tensione di quest'ultimo è di circa il 63 % del quello di rame, così i diametri delle funi d'alluminio risultano di 1.28 volte e le sezioni di 1,68 volte maggiori di quelle adottate pel rame.

Le distanze tra fase e fase che si riscontrano fra i principali impianti dipendono naturalmente dalla lunghezza delle tesate e dalla tensione della corrente. In media si hanno le seguenti distanze:

per tensioni da	distanze
5.000 a 10.000 volt	600 a 900 mm.
10.000 a 30.000 »	900 a 1500 »
30.000 a 60.000 »	1500 a 2000 »
60.000 a 80.000 »	2100 a 2500 »
80.000 a 100.000 »	2500 a 3000 »
100.000 a 135.000 »	3000 a 3600 »

La maggiore tensione di trasmissione, 135.000 volt, si avrà nell'impianto di Cook Fällen sul fiume Au Sable in via di esecuzione con una lunghezza di linea di 300 km. circa.

Posa delle rotaie con pavimentazione in asfalto.

Il nuovo sistema del Dr. Eisig per la posa delle rotaie tramviarie nelle pavimentazioni in asfalto compresso a caldo venne recentemente sperimentato a Norimberga. Le rotaie non vengono semplicemente annegate nello strato di calcestruzzo costituente il sottofondo di pavimentazione, ma bensì ancorate ad una specie di trave in calcestruzzo armato sottostante alle rotaie stesse. L'armatura del blocco di calcestruzzo è costituita da ferri tondi di 500 a 600 mm. di lunghezza e di 10 fino a 14 mm. di diametro, disposti, come vedesi nelle figure, perpendicolarmente alle rotaie ad una distanza tra loro di 150 a 200 mm.

In alcuni tratti si usarono anche tiranti in ferro disposti parallelamente alle rotaie e collegati all'armatura trasversale; que-

st'ultima è rigidamente fissata alla parte superiore del bordo della rotaia mediante chiavelle semicircolari (figura 4). In tal modo si viene ad assicurare la rotaia contro spostamenti laterali, irrobustendo contemporaneamente il blocco di calcestruzzo portante.

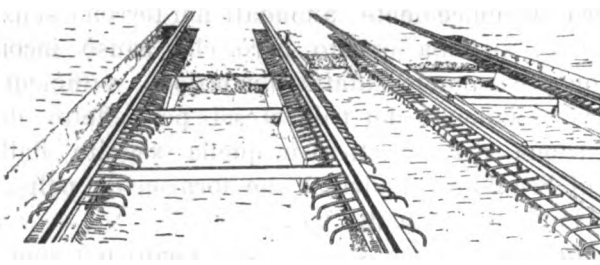
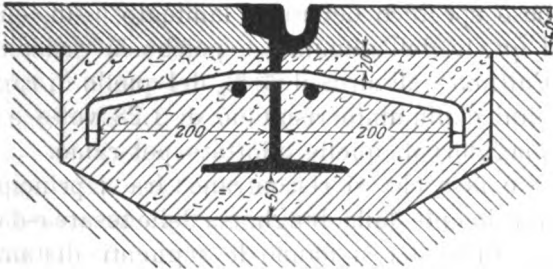
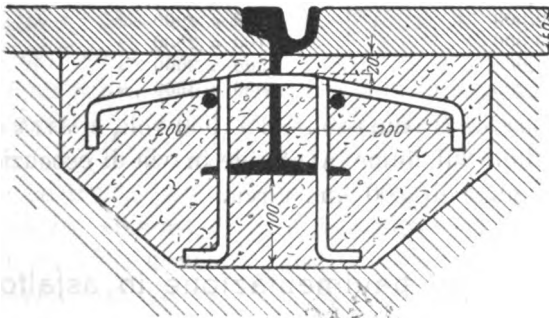
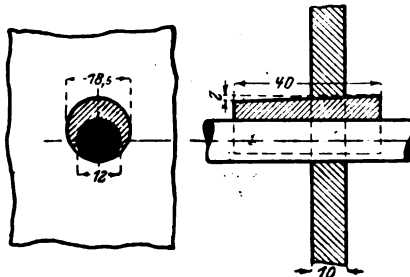



Fig. 1.

Fig. 2.

Si impiegò del calcestruzzo ricco di cemento, e la gettata si lasciò asciugare per dieci giorni prima di procedere alla copertura in asfalto; il rapporto di mescolazione del calcestruzzo fu di .1 : 3 fino a 1 : 4 per lo strato d'appoggio e di 1 : 6 contro la costa verticale della rotaia.

Fig. 3.

Fig. 4.

Il costo dell'armatura così costituita risultò nell'impianto di Norimberga di marchi 7,50 per metro corrente di binario tenuto conto come per ogni metro di rotaia si siano impiegate sei sbarre trasversali di rinforzo.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, Gerente.

PARTICOLARITÀ COSTRUTTIVE NEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI AMERICANI.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 6 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 31 Marzo 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Il Signor **René MAROT**, a *Parigi*, concessionario, del brevetto italiano Vol. 190, N. 224 Reg. Att. e N. 72511 Reg. Gen., e del relativo brevetto completivo Vol. 206, N. 168 Reg. Att. e N. 76640 Reg. Att, per il trovato:

Procédé de désinfection et de destruction de la vermine ou d'extinction des incendies en espaces clos, au moyen d'un mélange gazeux microbicide et insecticide, jouissant en même temps de propriétés extinctrices, et appareils pour l'obtention et l'insufflation de ce mélange;

è disposto a cedere i brevetti od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento dei trovati stessi in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta Ing. Barzanò e Zanardo
Via Bagutta, 24 - Milano.

Il Signor Dott. **Wilhelm OSTWALD**, a *Gross-Bothen* presso Lipsia (Germania), concessionario del brevetto italiano Vol. 281, N. 11 Reg. Att. e N. 95051 Reg. Gen., per il trovato:

Catalyseur pour la transformation de l'ammoniaque en oxydes de l'azote,

è disposto a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta Ing. Barzanò e Zanardo
Via Bagutta, 24 - Milano.

Sede in MILANO: Via Castelfidardo, 7

FILIALI:

GENOVA: Via Consolazione, 7 R
FIRENZE: Via Orivolo, 39
TORINO: Corso Oporto, 21

— SOCIETÀ ANONIMA —
FORNITURE ELETTRICHE

Importazione e deposito di materiale elettrico

LAMPADE AD INCANDESCENZA - CONDUTTORI ISOLATORI IN PORCELLANA PER ALTO E BASSO POTENZIALE - VETRERIE COMUNI E DI LUSSO
CARBONI PER ARCHI

Lampade a filamento metallico
" Z ,, - Economia 75 % - **" Philips ,,**

RAPPRESENTANZE GENERALI PER L'ITALIA:

Istrumenti di misura / **Apparecchi per quadri** } **Dr. P. MEYER A. G. - BERLINO**

VENDITA ESCLUSIVA per TUTTA L'ITALIA del materiale brevettato contro le frodi.

SECURITAS - Lampade-Portalampade-Commutatori - SECURITAS

VENDITA ESCLUSIVA PER L'ITALIA
DEI
Limitatori di corrente
brevetto " MAZZUCCONI ,,

Merce sempre pronta

Il Signor **Lucien Ira BLAKE**, a *Lawrence*, e **Lawrence Norton MORSCHER**, *Neodesha* (S. U. d'America), concessionari del brevetto italiano Vol. 136, N. 143, Reg. Att. e N. 58207 Reg. Gen., per il trovato:

Processo ed apparecchio per la separazione di materiali buoni conduttori d'elettricità da materiali cattivi conduttori d'elettricità,

sono disposti a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta Ing. Barzanò e Zanardo
Via Bagutta, 24 - Milano.

Il Signor **Frederik WALTON**, a *Londra*, concessionario del brevetto italiano Vol. 282, N. 179 Reg. Att. e N. 97185 Reg. Gen., per il trovato:

Perfectionnements apportés aux modes de suspension des véhicules sur route,

è disposto a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

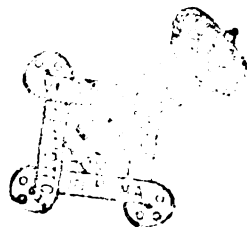
Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta Ing. Barzanò e Zanardo
Via Bagutta, 24 - Milano.

IMPIANTO IDROELETTRICO MUNICIPALE DELLA CITTÀ DI ROVERETO (Trentino)

con Centrale al Ponale e con linea composta di cavi trifasi sotterranei, cavi monofasi sottolacuali, conduttori aerei

Ing. ALESSANDRO PANZARASA

(continuazione, vedi n. 4)

E quantunque dal fatto che, risultando piccolo il campo magnetico nella posizione dell'armatura discontinua, si poteva arguire che pure piccole sarebbero state le perdite di isteresi, e di correnti vorticose che nei fili dell'armatura potevano nascere, pure mi interessava assai di vedere praticamente funzionare un campione di cavo consimile avanti di prendere una decisione definitiva, e perciò l'egregio Ing. Jona della Ditta Pirelli preparò un campione della lunghezza di 100 metri per poter procedere su di esso a tutte le esperienze.

I risultati di queste esperienze confermarono completamente il concetto che già col calcolo mi ero formato, poichè si riscontrarono piccole cadute di tensione induttiva, piccolissime perdite nell'armatura, e così vennero definitivamente scelti quali cavi per l'attraversamento del Lago quelli proposti dalla Ditta Pirelli, rimandando solo a più tardi tutte le questioni degli approdi e le altre di posa.

L'attraversamento del lago in corrispondenza alla località scelta è rappresentato dalla fig. 33.

La distanza orizzontale fra gli approdi è di m. 650, ma per tenere conto del profilo del fondo, dell'imbando da darsi al cavo nella posa, e della scorta che si voleva avere alle testate, per potere fare in caso di guasti un solo giunto anzichè due, la lunghezza effettiva di ogni cavo si aggira intorno a 850 m.

Fig. 33. — Attraversamento Lago di Garda con cavi monofasi sottolacuali.

La profondità massima del lago nell'attraversamento è di m. 110.

I cavi monofasi posati nel lago sono sei, ognuno della lunghezza di circa 850 m.

Il cavo è costituito da un *conduttore* composto di una corda di 19 fili, sezione totale 75 mmq., rivestita da un sottile tubo di piombo fino a 12,5 mm. di diametro;

da un *isolante* di gomma vulcanizzata di prima qualità, per lo spessore di 5 mm. successivamente da uno spessore di 1,5 mm. di guttaperca di prima qualità, raggiungendo un diametro esterno di 26 mm.;

da un'*imbottitura* avvolta sullo strato dì guttaperca e formata da juta tannata;

da un'*armatura* di 18 fili d'acciaio galvanizzati, ognuno del diametro di 3 mm. separatamente rivestito da juta catramata sino a 6,2 mm., il tutto *fasciato* con nastro catramato.

Il diametro esterno è di mm. 40.

Il peso per m. è di Kg. 3,6.

L'*isolamento* doveva essere di 1000 megohm per Kilometro, e la *capacità* di 0,30 microfarad per Km.

I fili dell'armatura dovevano essere di acciaio galvanizzato dotato di una resistenza alla rottura di 80 Kg.: mmq.

Le prove di rigidità dielettrica dovevano essere eseguite con una tensione di 18000 Volt, e la perforazione su tre campioni piegavano ad U con un diametro di curvatura di $10 \times 40 = 400$ mm non doveva avvenire prima di 48000 Volt alternati, frequenza 50

La densità massima di corrente ammessa è 2 Amp.: mmq.

La posa dei cavi, a termine di contratto, venne eseguita in meno di una settimana dalla Ditta Pirelli, sotto la direzione dell'Ing. Leopoldo Emanueli, il quale si dedicò ad essa ed alla for mazione dei terminali con tutta quella competenza e quell'amore dei dettagli che formano una speciale sua caratteristica.

Per la posa venne noleggiato un battello a vapore della Navigazione del Garda, al quale fu attaccato di fianco un barcone contenente i cavi, e gli apparecchi di svolgimento. I cavi venivano posati a due a due, come si vede dalle varie fotografie che feci, e delle quali ne riproduco alcune.

Sui cavi prima della partenza vennero eseguite nello stabilimento Pirelli le esperienze contrattuali di isolamento e di perforazione, che diedero i risultati più lusinghieri, poichè non solo su tre campioni esperimentati la perforazione non avvenne prima dei 48000 Volt contrattuali, ma non si riuscì a perforarli neppure ad 80000 Volt.

In quattro anni dacchè si iniziò l'esercizio dell'impianto, i cavi sottolacuali ebbero un perfetto costante funzionamento. Ciò dimostra la bontà del sistema, la genialità dell'Ing. Jona nell'ideare e calcolare la composizione del cavo e la eccellenza della Ditta Pirelli nella relativa fabbricazione, tutt'altro che facile, e per la quale dovette costruire macchine apposite.

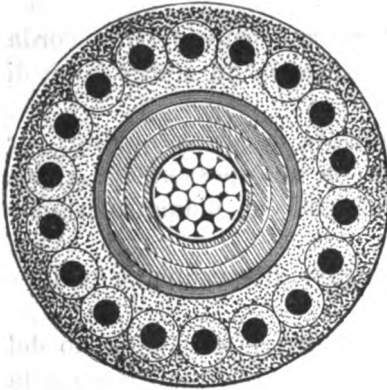



Fig. 34. — Sezione Cavo Monofase sottolacuale, 13000 Volt, Pirelli e C.

A cavi posati oltre alla misura di isolamento, si dispose il tutto per la misura dell'autoinduzione, usando della corrente della città di Riva. Tali esperienze vennero eseguite con istrumenti che formano parte del Laboratorio che installai a Rovereto, per tutti i controlli dell'impianto, e vennero

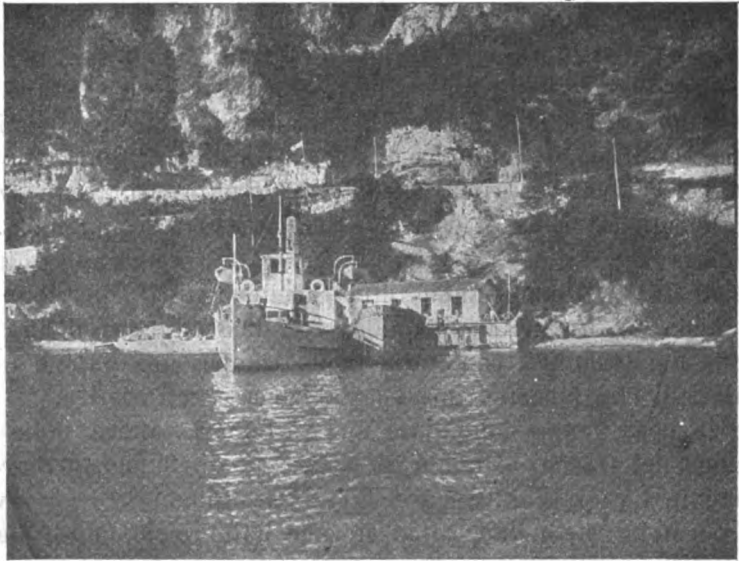



Fig. 35.

fatti dall'Ing. Jona, dall'Ing. Fasanotto e dallo scrivente il 15 dicembre 1906.

Si unirono all'approdo Lido i capi di due cavi, e nella Cabina

Bagni si presero le letture dei Volt, Ampere, Watt assorbiti, facendo variare la corrente con un reostato liquido, da 15 Amp. a 105.

I risultati sono molto uniformi tra di loro, e perciò riporto appena due esperienze, l'una in corrispondenza ad una di corrente 51 Amp., e l'altra a 105 Amp.

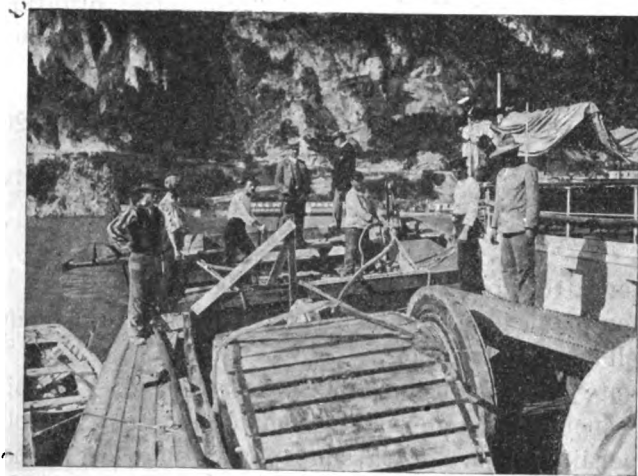



Fig. 36.

Complessivamente i cavi conginnti erano lunghi m. 1700, ed avevano una resistenza ohmica di 0,362 ohm.

Con 51 Amp. si ebbe:

Volt 56
Watt 1080
$RI = 0{,}362 \times 51 = 18{,}5$ Volt
$RI^2 = 940$ W.

Il valore del cos φ risulta di 0,378 a cui corrisponde un angolo di $67^{\circ}.45'$.

Facendo il solito diagramma vettoriale si trova che la componente verticale ha un valore di 52 Volt, e che oltre alla RI vi è un'altra piccola tensione in fase colla corrente del valore di 2,75 Volt, che ha la sua rispondenza nell'energia dissipata nell'armatura, la quale è data da

$1080 - 940 = 140$ watt, e che corrisponde al 15 % dell'energia consumata nel conduttore.

Dal valore di 52 Volt quale componente in quadratura si ricava

il coefficiente di autoinduzione che riferito ad 1 Km. di cavo monofase è di 1,91 millihenry.

Con 105 Amp. si ebbe:

Volt 114
Watt 4420
$RI = 38$ Volt
$RI^2 = 4000$ watt.

Per cui

potenza consumata nell'armatura $= 4420 - 4000 = 420$ W.

equivalenti al 10,5 % di quella consumata nel conduttore.

$\cos \varphi = 0{,}370$, a cui corrisponde $\varphi = 68^0$.

Componente tensione in quadratura 106,25 Volt.

Componente tensione in fase colla corrente dipendente dalle perdite nell'armatura 4 Volt.

Coefficiente d'autoinduzione per Km. di cavo, 1,90 millihenry.

Queste esperienze confermano completamente i calcoli teorici fatti. Le perdite nell'armatura sono piccolissime ed il coefficiente di autoinduzione è assai prossimo al calcolato, ed in cifra tonda è di 2 millihenry per Km. di cavo monofase, e rammentando che in una linea aerea trifase di 75 mmq. di sezione con un triangolo di 750 mm. tale coefficiente di autoinduzione è di 1,05, ne risulta che nei cavi sottolacuali del Ponale tale coefficiente è circa il doppio.

Per avere la caduta di tensione induttiva fra due fili o fra due cavi, nel sistema trifase bisogna poi moltiplicare per $\sqrt{3}$.

Effettivamente il coefficiente di autoinduzione dei cavi sottolacuali del Ponale è un po' minore del valore sopra trovato, poichè nelle misure fatte erano comprese anche le quattro spirali, una per approdo e per cavo, che fanno aumentare l'autoinduzione del circuito, ma praticamente è più che sufficiente il sapere che il coefficiente d'autoinduzione di essi cavi ha un valore che è assai vicino a 2 millihenry per Km.

Per quanto riguarda i due capi del lago, si dovette ricorrere a due tipi diversi. Da una parte, e cioè alla strada del Ponale, si potè acquistare un pezzo di terreno e là costruii una vera Cabina, indispensabile per le manovre sicure e sollecite. Ma dall'altra parte fu giocoforza sottostare alle imposizioni dell'Amministrazione dell'Hôtel Lido, e costruire delle cassette a fior di terra, riman-

dando al termine del giardino dello stesso Hôtel Lido la costruzione della Cabina per il relativo sezionamento.

In armonia ai due tipi di approdo, adottai due tipi di uscita d'acqua. Alla Cabina Bagni introdussi ogni cavo in un tubo di ferro prolungantesi di un metro sotto alla minima magra, e semiturato al fondo con filaccie di cotone. Il tubo arriva sino al vero e proprio terminale, e si fa in modo coll'uso dell'acqua sottopressione di Riva, che esso sia sempre pieno d'acqua sino al

Fig. 37.

livello in cui il cavo è preso dal terminale. Dall'altro capo, all'Approdo Lido, il cavo invece esce senz'altro dall'acqua.

Si vedrà coll'andare degli anni se gli effluvii dalla parte dell'Approdo Lido avranno una qualche influenza. Finora nulla è apparso. È da notare che da esperienze fatte dall'Ing. Emanueli nello Stabilimento a Milano, gli effetti dell'effluvio apparirebbero sensibili solo oltre 30000 Volt, fra conduttore e terra, mentre nel nostro caso la tensione di funzionamento è al più di 13000 Volt fra fase e fase.

La **Cabina Bagni** (vedi tav. V e VIII) contiene un quadro cellulare con coltelli di separazioni e scaricatori a rulli. Da un lato arrivano i cavi trifasi provenienti dalla strada del Ponale, e vanno

a tre sbarre. Da queste si passa all'altra fronte del quadro, che corrisponde alla partenza dei sei cavi monofasi.

Ogni cavo monofase può essere allacciato ad una fase qualsiasi, per modo da formare con tre qualsiasi dei cavi monofasi un sistema trifase, quando qualche cavo fosse guasto.

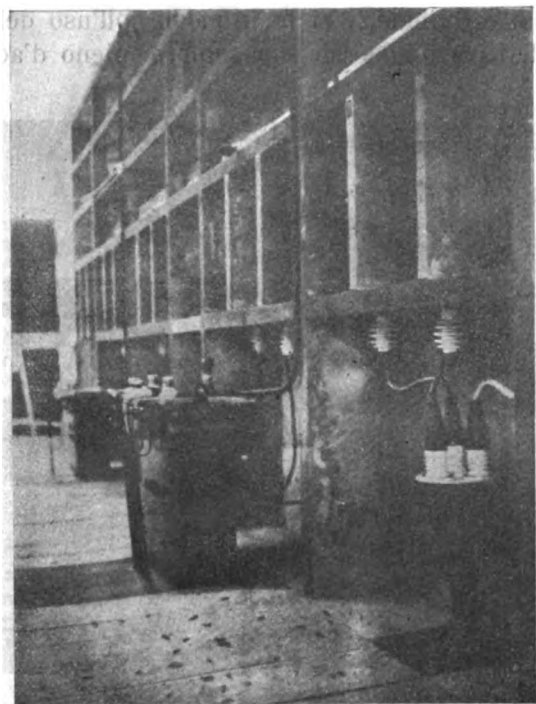



Fig. 38.

Attualmente tre cavi monofasi formano il Circuito A, e gli altri tre il Circuito B. Dalle fotografie si vede chiaramente la divisione dei due riparti A e B della Cabina.

I cavi monofasi all'uscita della Cabina sono avvolti a spira per avere una scorta nelle riparazioni.

Nella Cabina vi sono due piccoli trasformatori per la luce, l'uno inserito nel Circuito A, l'altro in B, e la Rete di illuminazione ha un commutatore, per avere luce qualunque sia il circuito in servizio. Essi alimentano anche le lampadine rosse di spia messe sopra le parti del quadro del corrispondente riparto.

Nella Cabina Bagni vi è pronto il cavalletto e la bobina da essere collocati sul barcone per il ricupero di un cavo che even-

tualmente si guastasse. Verso il lago dovetti fare un robusto reticolato spingentesi nel lago, ad una distanza tale per cui i barconi di navigazione non potessero coi loro puntoni arrivare sino ai cavi.

All'**Approdo Lido** i cavi formano la loro scorta in vasche ricoperte. Il complesso è diventato un prolungamento di terrazza

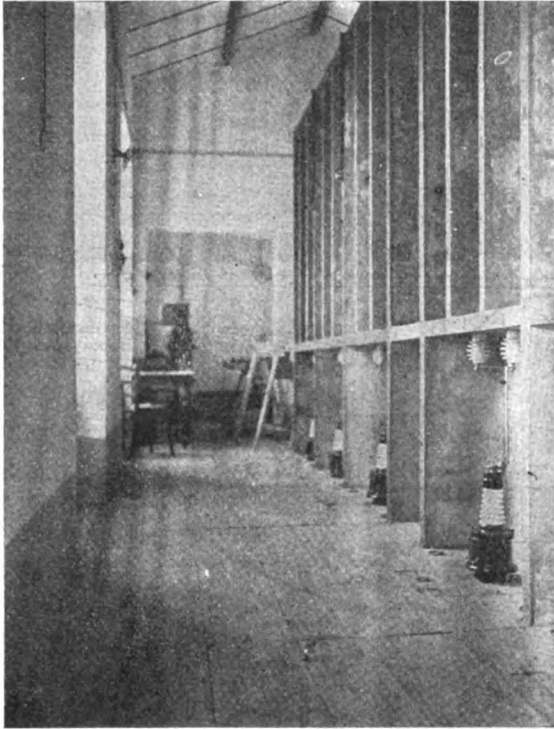



Fig. 39.

che già esisteva in quella località. I cavi dalle vasche vanno a due cassette contenenti ognuna tre sbarre. Le due cassette possono essere collegate fra di loro, ma in via normale sono isolate l'una dall'altra. Anche qui i cavi monofasi mediante appositi attacchi possono essere collegati ad una fase qualsiasi come alla Cabina Bagni. Per essere più sicuri sull'isolamento e nel medesimo tempo per potere in breve mettere allo scoperto le sbarre ed i capi dei cavi, le cassette sono riempite di paraffina, fondente ad una temperatura di poco superiore al calore della mano. Si è fatta una prova della vuotatura e si verificò che essa può venir composta in meno di due ore.

Dall'Approdo Lido partono due cavi trifasi lunghi m. 450, ognuno della Ditta Pirelli che vanno sino alla *Cabina Hôtel Lido* (vedi

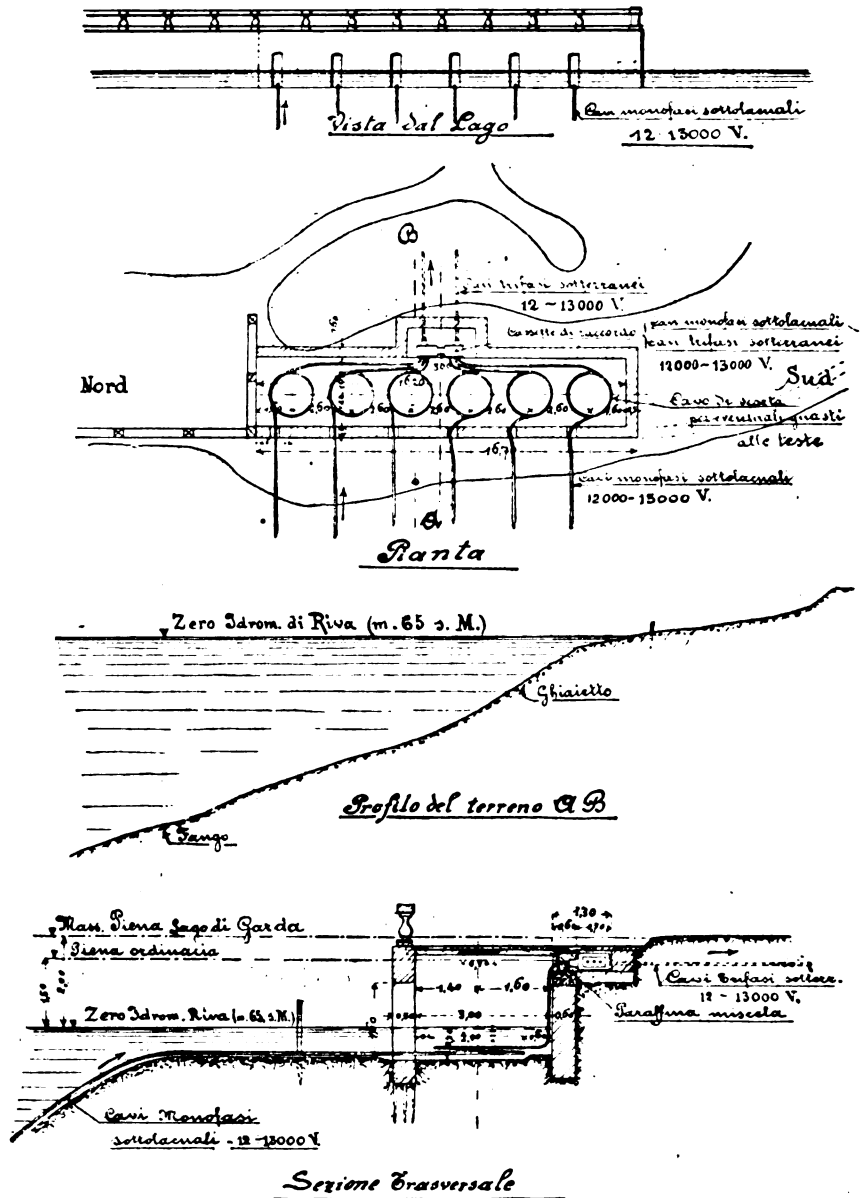



Fig. 40. — Approdo Lido dei cavi monofasi sottolacuali.

tav. IX), che sta a rappresentare in effetto i capi dei cavi monofasi del Lago che approdano al Lido.

La Cabina Lido è pur essa divisa in due riparti A e B ed ha scaricatori a rulli, ecc. come la Cabina Bagni.

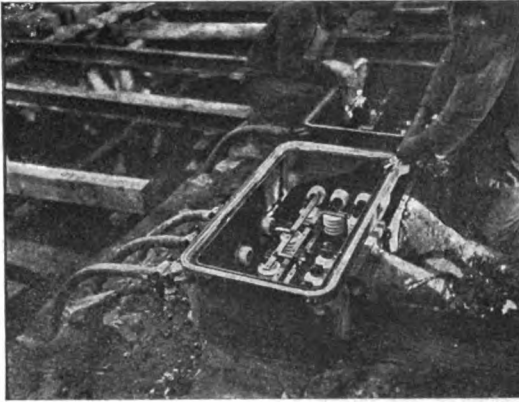



Fig. 41.

I cavi trifasi hanno sezione 3 × 75 mmq., sono isolati in carta, come quelli Siemens e Felten, solo differiscono per le giunzioni (vedi fig. 42).

Fig. 42.

Dalla Cabina Hôtel Lido escono due cavi trifasi, l'uno Siemens, l'altro Felten, identici a quelli della strada del Ponale e sopra già descritti. Sono posati nella strada erariale che da Riva va a Torbole che passa attraverso al forte di S. Nicolò, e dopo 2400 m. di percorso arrivano alla località detta di Linfano dove sorge la Cabina Linfano e da dove inizia la linea aerea.

La **Cabina Linfano** (vedi tavole VI e IX) ha dunque una notevole importanza, poichè costituisce il passaggio della linea sotterranea e sottolacuale alla linea aerea.

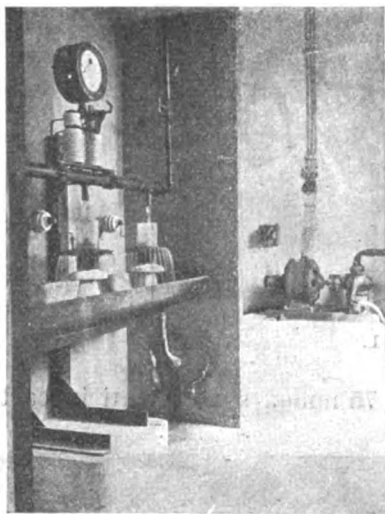
È di lì che le scariche atmosferiche, che eventualmente colpiscano la parte aerea della linea, possono entrare nei cavi con

tutti i disastrosi effetti ben noti. E nel nostro caso era tanto più importante adottare tutti i mezzi a disposizione della tecnica per tali protezioni, poichè dietro la Cabina Linfano vi è un ingente capitale di cavi, e poi gli alternatori.

Decisi perciò di installare i medesimi tipi di scaricatori che già descrissi parlando della Centrale, aggiungendovi anche quelli Gola.

Fig. 43.

Vi sono quindi:

scaricatori ad acqua
» a corna multiple con resistenze metalliche e bobine d'autoinduzione
» Gola
» a rulli.

Per gli scaricatori ad acqua, non essendovi acqua sottopressione, installai un piccolo gruppo motore-pompa della Casa Siemens, che prende acqua da un pozzo, la porta in un serbatoio situato sopra gli scaricatori. Dopo questi l'acqua ritorna ancora nel pozzo.

I cavi arrivano coi relativi terminali e coltelli ai due soliti riparti A e B, e vanno alle sbarre, divise pur esse da tre coltelli per modo che i due riparti A e B possano essere riuniti, o lasciati disgiunti.

I due ordini di sbarre si prolungano nel medesimo pian terreno agli scaricatori ad acqua muniti s'intende di coltelli.

Poscia le sei sbarre (tre del circuito A, tre di quello B) salgono al primo piano, ed in esso sono inserite le bobine di autoinduzione Siemens a prese multiple per le corna, e poscia gli scaricatori Gola. Bobine, scaricatori a corna multiple e relative resistenze metalliche in olio, scaricatori Gola formano un elemento per ciascuna delle sei sbarre. Ogni scaricatore è munito di coltelli e per le parti in serie con le sbarre vi è la possibilità di formare un ponte in derivazione, mediante coltelli, per modo da togliere dal servizio quell'apparecchio guasto senza interrompere il funzionamento.

Da questo piano si passa all'ultimo nel quale le sei sbarre tornano ad essere orizzontali ed affacciate coi coltelli divisori come al pian terreno. Da queste sbarre superiori partono le linee aeree munite di interruttori in olio, e scaricatori a rulli.

Una cura grandissima fu avuta nella formazione dei circuiti di terra degli scaricatori e delle placche di terra non solo qui ma in tutto l'impianto, adottando molti conduttori che dagli scaricatori vanno alla terra, tutti riuniti fra di loro ed interrando molte piastre nel terreno con terra vegetale, carbone e rendendo umida permanentemente la terra, ecc.

Coll'installazione di questi scaricatori e colla cura delle terre, in quattro anni di funzionamento nonostante numerose scariche atmosferiche non si ebbe mai danno alcuno a cavi od apparecchi o macchina.

Illuminazione della cabina, lampade spia, motorino per la pompa, sono alimentati da due trasformatori inseriti uno nel circuito A e l'altro in quello B.

Dalle sbarre del pianterreno è previsto di fare delle derivazioni di energia per alimentare con trasformatori o convertitori di corrente o frequenza, ferrovie elettriche come appare nelle tav. VI e IX.

Sia la Cabina di Linfano che tutte le altre sono munite di attrezzi per le più urgenti riparazioni e contengono pezzi notevoli di cavi, giunzioni, terminali, ecc.

Tutte poi hanno telefono, di cui accenneremo in fine del capitolo presente.

Fig. 44. — Palo normale di retta (tesate 80 m.).

Linea aerea. — Dopo la Cabina Linfano la linea prosegue aerea per ora con una palificazione in ferro, a mensole in legno, per sei corde di rame, ognuna della sezione di 50 mmq. I fili sono disposti ad esagono. In seguito si installerà la seconda palificazione.

Il tipo di palo colla disposizione ad esagono riesce piuttosto corto, e con questa disposizione si ha pure la minima caduta di tensione induttiva. Il triangolo ha un lato di 750 mm.

La distanza fra palo e palo, a seconda del decreto governativo di concessione, non doveva superare in piano e retta i 60 metri. Ho potuto poi far portare tale distanza ad almeno 80 metri, e

Fig. 45.

far ammettere in due punti particolari, passaggio del Lago di Loppio, attraversamento Adige, le distanze di 230-130 metri.

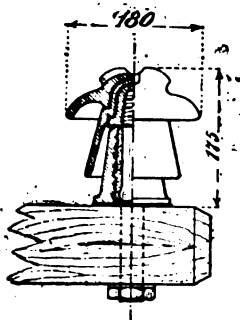



Fig. 46.

Negli attraversamenti della ferrovia locale Riva-Arco-Mori, e della Südbahn, si dovettero impiegare passerelle in ferro, calcolate per espressa imposizione ad uno sforzo di vento di 300 Kg.: mq.

Quale isolatore fu scelto un tipo di Richard Ginori con una tensione di prova di 50,000 volt.

Quali dati fondamentali di calcolo per la parte meccanica si pose:

Pressione del vento 200 Kg.: mq. di superficie piana, e perciò 100 Kg. per le superfici cilindriche.

Peso neve 500 gr. per metro di filo.

Massima sollecitazione della corda di rame 10 Kg.: mmq. essendo rame duro, con resistenza meccanica di 40 Kg.: mmq.

Tenuto conto dei coefficienti di dilatazione per la temperatura, e di allungamento elastico, tenuto presente che il vento impetuoso nella località attraversata dalla linea non vi è mai con-

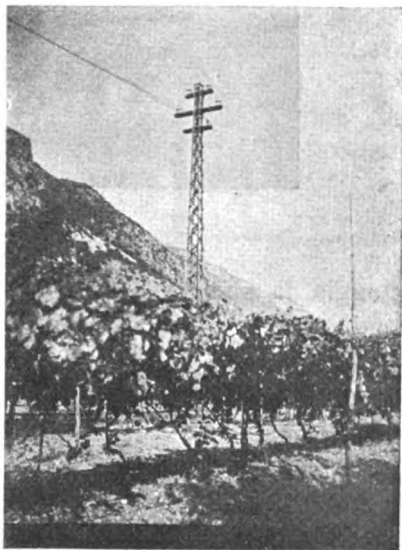
temporaneamente alla neve, non solo, ma vi è in primavera ed in estate, si considerano le seguenti ipotesi:

a) vento	a	+ 10°	Cent.
b) neve	»	— 5°	»
c) filo senza sovracarico		— 20°	»
d) » »	»	+ 40°	»

L'ipotesi più sfavorevole è quella della neve ed in armonia si procedette ai calcoli di tutte le parti della linea.

Il montaggio si è fatto con dinamometro e termometro avendo calcolato prima come al solito le curve che legano temperatura, tensione e freccia.

Fig. 47.

Il tracciato, nonostante si fosse in montagna ed in valle con vigneti, senza una legge regolante la servitù di passaggio delle linee elettriche, lo tenni il più rettilineo possibile, il che concorse, collo studio assai minuzioso di ogni particolare, a dare una sicurezza assai rilevante alla linea aerea, cosa indispensabile perchè si costruì appena una palificazione, e si mandò a molto più tardi la costruzione della Centrale termica in Rovereto.

I pali sono in numero di 250, e tra montaggio di pali, isolatori e fili si impiegarono quattro mesi con due squadre di operai.

Il palo per la tesata di 80 metri rettilinea pesa 440 Kg. e quelli corrispondenti alla massima tesata di 230 m. e con pali non al livello al Lago di Loppio pesano 1400 Kg. Gli altri pali speciali d'angolo hanno pesi intermedi.

I pali furono fatti costruire su disegni nostri dalle Ditte Waagner e Andritzfabrik.

La linea della Cabina Linfano che è alla quota 68,50 va in piano volgendosi verso Est, attraversa il fiume Sarca e poscia sale rapidamente sino al piano di Nago, quota 275 metri. Da

Nago va sino al Lago di Loppio in mezzo ai vigneti, attraversa un angolo del Lago di Loppio con una tesata di 230 m. e poi

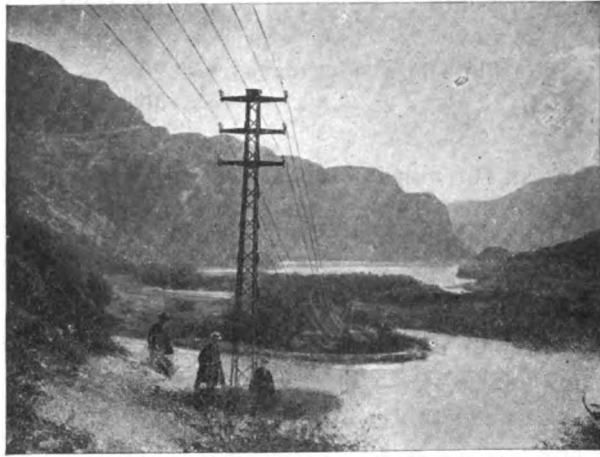



Fig. 48.

costeggia la sponda destra del Lago in un bosco. Dopo il Lago ricominciano i vigneti, che non si abbandonano sino a Rovereto.

Fig. 49.

In corrispondenza al paese di Mori, 6 Km. prima di arrivare a Rovereto, fu costruita una stazione trasformatrice per quella borgata che doveva servire anche per una diramazione di linea aerea pure a 12000 Volt per Ala (vedi tav. X).

La derivazione aerea per Ala fu poi sospesa per le pretese eccessive dei privati, e così venne nel 1908 costruita dal Municipio di Rovereto una stazione trasformatrice alla Stazione di Mori Ravazzone, per una linea sotterranea con cavo trifase a 5000 Volt.

Prima di passare alle stazioni trasformatrici primarie credo potranno interessare alcune misure eseguite sulla linea, principalmente rispetto alla capacità. Dopo essersi assicurato sul perfetto isolamento dei vari tronchi, si misurarono le correnti di carica rilevando anche le forme della corrente e della tensione con un oscillografo doppio Siemens, portato dall'egregio Ing. März Capo della Fabbrica di Cavi Siemens & Halske di Vienna che aveva fornito parte dei cavi trifasi sotterranei.

Le curve sono ottenute usando due trasformatori con ferro, uno inserito nella fase dove v'era l'amperometro di precisione ad alta tensione, l'altro fra questa fase ed un'altra.

(*Continua*).

Sul calcolo delle condotte forzate, metalliche e di cemento per la rete dell'Acquedotto Pugliese [1]

Ing. GAUDENZIO FANTOLI

1. — Indico, come farò sempre in appresso, colle notazioni:
r il raggio effettivo interno del tubo
d il diametro » » »
R il *raggio medio* del tubo, cosicchè $R = \frac{r}{2} = \frac{d}{4}$
i la perdita di carico unitaria
v la velocità media nel tubo
Q il deflusso per 1″.

Assunte allora le relazioni equivalenti,

$$v = c\sqrt{Ri} \qquad i = b\frac{v^2}{R} \qquad i = \beta\frac{Q^2}{d^5}$$

dalle quali risultano subito i rapporti d'equivalenza,

$$b = \frac{1}{c^2} \qquad \beta = \frac{6{,}485}{c^2} \qquad c = \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{2{,}546}{\sqrt{\beta}}$$

consigliai di ritenere per c la forma di Bazin

$$c = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad \text{ossia} \quad \frac{1}{c} = 0{,}0115\left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}\right)$$

dove, come norma di maggiore prudenza, si assuma:

(1) Riassunto di relazione 1910 al Comitato Direttivo della Società concessionaria.

$\gamma = 0{,}23$ per le tubazioni metalliche di qualsiasi diametro e per le tubazioni minori di cemento ($d < 0{,}40$),

$\gamma = 0{,}20$ per le tubazioni maggiori in cemento, eseguite colle modalità progettate da codesto Comitato.

Già dati in parte nella mia lettera 6 febbraio, vengono riprodotti al termine del presente scritto i prospetti dei valori dei coefficienti c, b, β nelle tre formole tipiche ed equivalenti sopra indicate, per tutti i diametri da $d = 0^m{,}10$ a $d = 1^m{,}20$ in relazione a $\gamma = 0{,}23$, e per tutti i diametri da $d = 0^m{,}40$ a $d = 1^m{,}20$ in relazione a $\gamma = 0{,}20$.

Si dà ragione qui delle norme suggerite.

2. — Tutte le relazioni proposte per il calcolo idraulico delle condotte forzate si possono ricondurre alla forma tipica di Chézy $v = c\sqrt{Ri}$, dove R, si noti, indica il raggio medio del tubo (e quindi alle due forme equivalenti e d'uso assai comune sopra accennate). Nelle stesse relazioni il coefficiente c (e quindi b e β) risulta o costante, o funzione del solo diametro d, o della sola velocità v, o di entrambi gli elementi d e v, o di qualche altro elemento p. es. la temperatura t dell'acqua, oltre che generalmente di uno o più *indici di resistenza* commisurati al grado di scabrosità della parete interna del condotto e commisurati talora anche ai caratteri fisico-chimici dell'acqua fluente: purezza, durezza, ecc.

I fattori fondamentali nel valore di c sono il diametro e l'indice di resistenza: in grado minore, e talora controverso, la velocità. I fattori di secondo e di terzo ordine che si conoscono o, meglio, che si possono ragionevolmente presumere come influenti nel deflusso, riescono sopraffatti dai primi e si perdono, o dubbiamente si accennano, entro le irregolarità inevitabili delle esperienze anche più curate.

— Preme di fare subito una osservazione di momento essenziale, intesa a distinguere nel risultato l'influenza della forma analitica di c (e quindi di b e β) in dipendenza del diametro e della velocità, da quella che pertiene all'*indice di resistenza* che si è scelto.

Spesso si vedono confrontati risultati numerici di formole diverse con paragoni del tutto illogici ed eterogenei: si attribuisce poi il merito o il demerito d'una formola al suo andamento analitico, anzichè alle contraddizioni insite nel confronto per gli indici di resistenza ammessi nelle formole paragonate.

Parecchie espressioni del valore di c, già esplicite o ridotte tali dalle relazioni originarie proposte, rispondono *ugualmente bene* in pratica a definire l'*andamento* del fenomeno coi fattori più influenti. Il loro sensibile accordo anche nel risultato numerico, si ottiene con una giudiziosa scelta del rispettivo indice di resistenza che ha una graduazione assai notevole. Nella stessa scelta, infatti, sta il criterio più delicato della ricerca, richiedendosi nota per ogni formola la genesi dell'andamento analitico, degli indici numerici, dei limiti sperimentali che ad essi corrispondono e quanto altro si attiene alle circostanze applicative che interessano.

— Altra osservazione importante è la seguente.

Con riguardo ai fattori primi del valore c, diametro e indice di resistenza, deve ritenersi per l'applicazione sensibilmente identico l'*andamento* della detta funzione c nelle condotte sia *a livello libero sia forzate*.

Questo fatto, forse non penetrato sufficientemente da noi, è ben rilevabile dove le ricerche applicative sono assai diffuse. Nelle applicazioni più importanti e studiate, e nelle più pregiate moderne monografie sulle condotte, della tecnica inglese, tedesca, francese e americana, trovasi in prevalenza adottato per il calcolo delle tubazioni forzate o la formola generale di Kutter coll'indice n, o la speciale coll'indice m, o la formola Darcy-Bazin coi due coefficienti, o la formola Bazin con γ, o altre insomma comuni alle condotte libere: delle quali formole la ultima citata di Bazin, per esempio, deriva per la sua stessa genesi, particolarmente nei valori più bassi di γ che qui importano, da esperienze su condotti sieno o no forzati.

Nei paragrafi seguenti rilevo del resto molte volte, o direttamente o con richiami, tale perfetta analogia d'andamento.

Qui come esempio d'applicazione ricordo il calcolo del più recente *acquedotto di Parigi*, pel quale l'Ufficio dei Ponti e Strade ha approfittato in ogni sua parte dei risultati e degli insegnamenti dell'imponente rete d'acquedotti già esistenti. Ivi le condotte sia libere che forzate, metalliche o no, vennero calcolate colla relazione Darcy-Bazin (1), e coi coefficienti della seconda categoria

$$\frac{1}{c} = \sqrt{0{,}00019\left(1 + \frac{0{,}07}{R}\right)}:$$

(1) Bechmann e Babinet, Ingegneri Capi P. C., *Dérivation des sources du Loing et du Lunain. Annales P. C.*, 1905.

che sensibilmente equivale, come indicheremo, all'ultima Bazin

$$\frac{1}{c} = 0{,}0115\left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}\right) \text{ dove sia } \gamma = 0{,}18.$$

— Manifestamente non sarebbe infatti lecito l'applicare tale formola poniamo con un $\gamma = 0{,}10$ per condotto assai liscio a pelo libero, ed applicare poi un valore di β in $i = \beta \frac{Q^2}{d^5}$, tale da corrispondere virtualmente (1) ad un valore di γ tre o quattro volte il precedente, quando — in condizioni identiche per superficie interna, per acqua fluente, ecc. — lo stesso condotto diventa forzato.

— L'identità dell'andamento di c e del valore numerico di γ a parità delle altre condizioni di superficie, ecc. è confermata dalle ultime esperienze di Bazin su tubazione forzata in cemento (2). Certo, sia per la sezione a pelo libero, sia per la sezione forzata, dovrà tenersi ben conto del valore di γ che si avrà dopo un lungo esercizio: ed è qui che debbonsi specialmente aver presenti le qualità dell'acqua nel caso che interessa. Onde per acque limpidissime e con piccolo grado idrotimetrico, quali sono quelle del Sele, il valore $\gamma = 0{,}06 \div 0{,}10$ del cemento potrà portarsi $0{,}10 \div 0{,}15$ nei condotti tubolari di cemento a pelo libero ed a qualche cosa di più nei forzati per tener conto della diversa agevolezza di manutenzione: si terrà quindi un *ulteriore* e *anche largo margine* di prudenza, ma senza il salto eccessivo che non avrebbe alcun fondamento di ragione.

— La citata memoria illustrativa del nuovo acquedotto di Parigi conclude di poter adottare *con tutta sicurezza* il coefficiente della seconda categoria, prima formola Bazin, che qui opportunamente denoteremo Darcy-Bazin, dopo conferme sperimentali sui condotti e sifoni esistenti negli altri acquedotti parigini dell'Avre, della Vanne, e dopo aver rilevata la sufficiente concordanza pratica coi risultati della formola Flamant dove

$$b = \frac{0{.}000230}{\sqrt[4]{D\,v}}.$$

(1) Il γ corrispondente a β si ricava da $\frac{2{,}546}{\sqrt{\beta}} = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$

(2) Bazin, *Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux*, Parigi, 1897. *Mémoires de l'A. d. S.*, Tome XXXII, pag. 8 dell'Extrait.

I valori adottati nel nuovo acquedotto per le condotte e tubazioni metalliche o no, furono dunque i seguenti ricavabili da

$$\frac{1}{c} = \sqrt{0{,}00019\left(1 + \frac{0{,}07}{R}\right)}$$

$d =$	$0^m{,}40$	$0^m{,}60$	$0^m{,}80$	$1^m{,}00$	$1^m{,}20$
$c =$	55 ,6	59 ,9	62 ,4	64 ,1	65 ,3

Questo andamento $f\,(c, d)$, dicemmo, si riproduce con coincidenza perfetta nei limiti che ci interessano adottando anche la nuova formola Bazin pel valore $\gamma = 0{,}18$ cioè

$$\frac{1}{c} = 0{,}0115\left(1 + \frac{0{,}18}{\sqrt{R}}\right).$$

Con

$\gamma = 0{,}18$	$d =$	$0^m{,}40$	$0^m{,}80$	$1^m{,}20$
	$c =$	55,4	62,1	65,5

Si hanno così due linee $f\,(c, d)$ *coincidenti* nei limiti del diametro che qui importano.

Ora coi gradi di maggior resistenza suggeriti, $\gamma = 0{,}23$ per le condotte metalliche e $\gamma = 0{,}20$ per le condotte in cemento di grande diametro, ottengonsi nei prospetti riportati al termine di questa relazione valori di c minori dei precedenti adottati per l'acquedotto parigino; e quindi valori alquanto maggiori di β. Così si ha un margine di sicurezza notevolmente più largo, ove si consideri anche il molto divario esistente nel grado di durezza delle acque e nella attitudine loro a produrre depositi ed incrostazioni.

La durezza è infatti di:

$23^o{,}5 \div 21^o$ G. F. per le sorgenti del Loing e del Lunain (1)
14^o . . . G. F. per le sorgenti del Sele (2).

— I valori di c sono linearmente proporzionali alla velocità ossia al deflusso, i valori di b e di β linearmente proporzionali al carico necessario i; e poichè saranno studiati criticamente diversi confronti delle scale qui suggerite per c con altre scale, si espongono per la pronta concezione dei risultati i valori *corre-*

---

(1) Cnfr. op. cit. e l'*Annuaire des Distributions d'eau de France*, etc. DUNOD, 1909.

(2) *Analisi della Direzione della Sanità Pubblica*, 1898 (Vedi relazione del Ministero dei LL. PP. sul Progetto di Massima. Roma, 1903).

lativi di c e di $\beta = \frac{6,485}{c^2}$ nei limiti di c fra 40 e 70, dalle tubazioni piccole e scabre alle grandi e lisce (i valori b sono $0,154 \times \beta$).

c	β	c	β
40	0,00405	56	0,00207
42	0,00368	58	0,00193
44	0,00335	60	0,00180
46	0,00306	62	0,00169
48	0,00281	64	0,00158
50	0,00259	66	0,00148
52	0,00240	68	0,00140
54	0,00222	70	0,00132

3. — Si considerano prima particolarmente le condotte forzate in *ghisa, nuove ed usate.*

— Non è anzitutto consigliabile nell'applicazione generale che qui interessa l'adozione di coefficienti c, oppure β, *costanti* nelle formole tipo $v = c\sqrt{Ri}$ $i = \beta \frac{Q^2}{d^5}$ e così dei valori comuni o degli analoghi:

$\beta = 0,0020$ equivalente a $c = 50,9$
$\beta = 0,0025$ equivalente a $c = 56,9$ Dupuit 1854
$\beta = 0,0040$ equivalente a $c = 40,3$
$c = 53,58$ equivalente a $\beta = 0,00225$ Prony 1804 (1).

Il coefficiente costante darebbe o risultati in grave difetto per diametri piccoli e in grande eccedenza per diametri grandi, o grossolani scostamenti sempre in un senso o nell'altro; mentre la complessa e delicata applicazione ad una rete imponente merita bene stime più logiche e sicure.

— Alla condizione definita di tubazioni in ghisa *nuova* risponde bene la relazione di Darcy, dedotta con esperienze fino a diametri di m. 0,50 (2) (perfezionata come diremo in un senso e nell'altro)

$$r\,i = b_1\,v^2 \text{ dove } b_1 = 0,00051 + \frac{0,0000065}{r}.$$

(1) PRONY, *Recherches physico-mathématiques sur la théorie des eaux courantes*, pag. 171. È data ivi per i tubi, oltre alla nota binomia, la formola pratica $v = 26,79\sqrt{Di}$; onde $v = 53,58\sqrt{Ri}$. Quindi $c = 53,58$.

(2) DARCY, *Mouvement de l'eau dans tes tuyaux*, 1854, pubblicata nel 1857.

Quindi ricondotta, come sempre faremo, alla forma $v = c\sqrt{Ri}$ ricaviamo

$$c = \frac{20}{\sqrt{0{,}102 + \frac{0{,}0026}{d}}}.$$

Calcoliamo pertanto la scala dei c per i diametri che qui più interessano maggiori di $0^m,40$, secondo la relazione *Darcy, tubi nuovi.*

$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
$c =$	60,8	61,3	61,5	61,8	62,9

Si nota una assai lenta variazione di c col diametro d.

— Senonchè Maurizio Lévy ha osservato fin dal 1866 che le velocità ottenute colla formola d'interpolazione Darcy *tubi nuovi*, sono già in *difetto sistematico* rispetto ai dati osservati per i diametri più grandi *sperimentati* da $0^m,20$ a $0^m,50$. E lo scostamento in meno si fa più notevole appunto a misura che il diametro cresce.

Onde nel prolungamento colla formola Darcy al di là di $d = 0^m,50$ si aggrava notevolmente tale difetto e si attenua assai la reale variazione di v, quindi di c, con d.

Lévy vincola gli stessi dati sperimentali di Darcy tra diametri di $0^m,08$ a $0^m,50$ per ghisa *nuova*, con una relazione che — oltre ad avere genesi razionale — risponde meglio della Darcy ai risultati osservati; e ciò che preme per il *prolungamento* successivo, l'accordo è sempre più perfetto via via che il diametro aumenta (vedi il quadro N. 10 della Memoria Lévy) (1).

Col seguire fedelmente i risultati sperimentali per i diametri più alti, la relazione Lévy per tubi nuovi dà un prolungamento assai felice al di là di $0^m,50$, molto più sicuro dell'analogo prolungamento colla formola Darcy. Riteniamo ancora abbastanza vicini l'andamento prolungato colla formola Lévy ed il reale fino a diametri di 1 metro circa.

La relazione Lévy, ghisa *nuova*, è

$$v = 36{,}4\sqrt{1 + \sqrt{r}}\;\sqrt{ri},\ \text{ma}\ r = 2\,R.$$

(1) M. LÉVY, *Théorie d'un courant liquide*, pubblicata negli *Annales P. C.*, 1867.

Onde, ricondotta alla forma tipo qui assunta,

$$c = 51,6 \sqrt{1 + \sqrt{r}};$$

che calcoliamo:

$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
$c =$	62,1	64,2	65,9	67,4	68,8

Si noti come questa relazione di Lévy, che migliora tutta la rispondenza tra i risultati sperimentali di Darcy ed i calcolati specialmente per i diametri più alti da $0_m,20$ a $0^m,50$ e si prolunga con andamento molto più sicuro, accusi una variazione di *c* con *d* assai *più accentuata* di quella apparente dalla formola Darcy. L'andamento così corretto è allora sensibilmente conforme a quello dei condotti a livello libero.

Si confrônti infatti l'andamento di *c* ora calcolato nella formola Lévy, tubi nuovi, ad esempio con quest'altro della formala Bazin

$$c = 87 : \left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}\right)$$

che calcoliamo per $\gamma = 0,14$.

$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
$c =$	60,3	63,9	66,3	68,0	69,2

Si riconosce la sensibile equivalenza dei due andamenti nei limiti che qui interessano.

— Il prof. Sonne in uno studio recente intorno alle resistenze nelle condutture (1) ha pure migliorata la relazione *Darcy, tubi nuovi*, ma con riferimento speciale ai *piccoli diametri*,

Ricondotta alla forma tipo $v = c\sqrt{Ri}$ qui adottata per i confronti, ricaviamo per la formola Sonne

$$c = \frac{20}{\sqrt{0,087 + \frac{0,012}{\sqrt{d}} + \frac{0,003}{d}}}$$

D'onde.

$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
$c =$	50,0	61,1	62,0	62,6	63,1

(1) GEH. BAURAT prof. SONNE, *Grundlagen für die Berechnung der Wasserleitungen*, 1907 (dalla *Zeitsch. des Ver. Deutsch. Ing.*).

Calcoliamo pure e confrontiamo i valori di *c* per la ghisa *nuova* e per i piccoli diametri colle due relazioni *Darcy* e *Sonne*.

	$d = 0^m,10$	$0^m,15$	$0^m,20$	$0^m,25$	$0^m,30$	$0^m,35$	$0^m,40$
Darcy	$c = 55,8$	57,8	58,9	59,5	60,1	60,5	60,8
Sonne	$c = 50,5$	53.2	55,2	56,4	57,4	58,3	59,0

La modificazione del Sonne alla formola *Darcy*, ***tubi lisci***, è dunque notevole come si disse per diametri piccoli e medî al di sotto di $0^m,50$. Però nel campo da $d = 0^m,40$ a $1^m,20$, qui particolarmente considerato, il valore *c* della formola Sonne si identifica può dirsi col valore *c* di Darcy. Ciò che risponde del resto alla genesi e all'intento della modificazione accennata.

— Dunque il *prolungamento* Lévy della relazione per la *ghisa nuova* al di là di $d = 0^m,50$, rimane ancora oggi il più persuasivo e certo ben vicino al vero almeno fino a $0^m,80$ o poco più.

Il lavoro del prof. Sonne è invece notevole per una stima razionale del valore *c* nelle condotte di ghisa *usata*, come si rileverà più oltre.

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

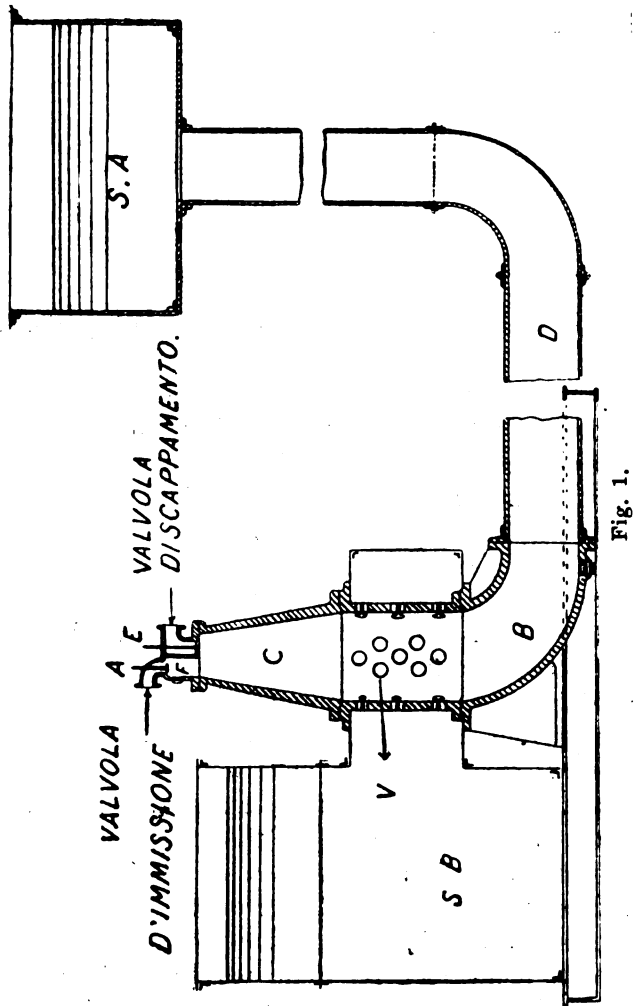
Pompa a scoppio sistema Humphrey.

Questa pompa, consta essenzialmente di un tubo ad *U*, costituito da due bracci di altezza disuguale; il braccio più corto è parzialmente immerso in una vasca di aspirazione, da cui si trae l'acqua da sollevarsi, mentre il braccio più lungo s'innesta al fondo del serbatoio di raccolta dell'acqua sollevata. Le valvole d'ammissione dell'acqua sono disposte nella vasca di aspirazione, al disotto del livello d'acqua, come è indicato nella figura. La porzione di questo braccio che resta al disopra del livello d'acqua nella vasca, forma la camera di scoppio *C*. Costruttivamente la pompa è costituita da tre pezzi in ghisa *C*, *V* e *B* bullonati insieme; la camera *V* contiene le valvole d'ammissione dell'acqua, mentre la base o manica *B* serve a collegare i due pezzi precedenti *C* e *V* al tubo *D* che a sua volta adduce l'acqua al serbatoio di raccolta *S A*. Il serbatoio o vasca di aspirazione *S B* abbraccia completamente la camera delle valvole *V* di modo che l'acqua può entrare da tutti i lati; le valvole sono della forma più semplice a stelo centrale, si aprono verso l'interno e sono mantenute nella posizione di chiusura da molle leggere. Nella parte superiore della camera di scoppio *C* si riscontrano la valvola *A* d'ammissione della miscela d'aria e gas e la valvola *E* di scappamento per l'uscita dei prodotti della combustione.

Un semplice movimento di leve unisce queste due valvole in modo che quando la valvola *A* si apre e successivamente si chiude, una leva la tiene chiusa, mentre la valvola *E* è libera di aprirsi; lo stesso avviene quando la valvola *E* si apre e successivamente

si chiude, cosicchè ogni volta che la pressione della camera *C* discende al disotto della pressione atmosferica ciascuna di queste valvole si apre a turno.

Si supponga ora che la camera *C* contenga una miscela di gas

Fig. 1.

e di aria in pressione e la camera *V*, la **manica** *B*, il tubo *D* siano pieni d'acqua e che la miscela venga fatta esplodere per mezzo di una scintilla elettrica prodotta da uno speciale rocchetto magnetico che sporge nell'interno della camera di scoppio: tutte le valvole essendo chiuse in tale istante, il subitaneo e con-

siderevole aumento di pressione dovuto all'esplosione spinge l'acqua verso il basso ed imprime un violento impulso all'intiera colonna d'acqua contenuta nel tubo *D*.

La colonna d'acqua acquista così energia cinetica mentre la pressione dei gas contenuti nella camera di scoppio va gradatamente diminuendo fino a raggiungere la pressione atmosferica, nel quale istante la velocità della colonna d'acqua nel tubo *D* è ancora considerevole; seguitando perciò detta colonna d'acqua a muoversi, la pressione nelle camere *C* e *V* scende al disotto del valore della pressione atmosferica, ciò che provoca l'apertura della valvola di scappamento *E* e delle valvole *V* d'immissione dell'acqua. L'acqua entra allora attraverso queste valvole nel corpo di pompa e mentre una grande parte di essa seguita il movimento ascensionale verso il serbatoio di raccolta, un'altra parte si solleva nella camera *C*, in virtù del principio dei vasi comunicanti; se non che, non appena la colonna d'acqua che si muove nel tubo *D*, avendo esaurita l'energia cinetica, viene a fermarsi superando il carico idraulico dovuto al serbatoio di raccolta *S A*, la colonna medesima rifluisce indietro verso il corpo di pompa con velocità crescente fino a raggiungere il livello della valvola di scappamento *E*, che automaticamente si chiude.

Una certa quantità di prodotti della combustione resta però imprigionata nello spazio *F* al disopra della valvola *E*, mentre l'energia cinetica della colonna d'acqua viene ora esercitata a comprimere questo gas fino ad una pressione molto maggiore di quella che corrisponderebbe alla pressione statica dovuta al livello d'acqua in *S A*; questa pressione provoca ad un certo istante un nuovo movimento in avanti della intiera colonna d'acqua e la pressione va gradatamente diminuendo fino a raggiungere il valore della pressione atmosferica quando la superficie libera inferiore di tale colonna arriva al livello della valvola *E*. In questo momento o poco dopo avviene l'apertura della valvola d'immissione *A*, attraverso la quale una nuova carica di gas e di aria viene immessa nella pompa. L'aria viene a mescolarsi al gas, nella quantità voluta, per mezzo di uno speciale apparecchio che trovasi innestato al tubo di afflusso del gas prima che questo tubo imbocchi nella valvola di ammissione. Se non vi fossero resistenze passive, l'acqua raggiungerebbe in questa terza oscillazione lo stesso livello prima raggiunto nel serbatoio di raccolta; in pratica però naturalmente si arresta ad un livello alquanto più basso, dal quale poi rifluisce una volta ancora verso il corpo

di pompa. Questo secondo ritorno produce la chiusura della valvola *A* e la compressione della nuova carica di gas e di aria; non appena questa pressione raggiunge il valore massimo, scocca la scintilla elettrica e la esplosione avviene. Si inizia così un nuovo ciclo di operazioni come quello testè descritto.

Riassumendo: la pompa compie un ciclo termodinamico di alto rendimento (maggiore di quello ordinario « Otto ») le varie fasi del quale sono disuguali, come è richiesto dalla teoria e si susseguono in quest'ordine:

1.ª fase (lunga) *espansione* dei gas fino a raggiungere la pressione atmosferica e movimento in avanti della colonna di acqua;

2.ª fase (lunga) *espulsione* dei prodotti della combustione e riflusso della colonna d'acqua;

3.ª fase (breve) *aspirazione* di una nuova carica di miscela di gas-aria e nuovo movimento in avanti della colonna d'acqua;

4.ª fase (breve) *compressione* della miscela e riflusso della colonna d'acqua.

Alla fine della fase di compressione la miscela esplode ed il ciclo ricomincia.

Come si vede l'apparecchio è della massima semplicità; infatti è la stessa colonna d'acqua che funziona da stantuffo e nel temp stesso da volano; non ci sono parti mobili ad eccezione delle semplici valvole di ammissione e di scappamento.

A Dudley Port (Inghilterra) (v. L'*Ingeneria Ferroviaria*) esiste già in regolare funzionamento, l'impianto di una pompa a scoppio di questo tipo, azionata dal gas dei generatori Mond fornito dagli stabilimenti di Dudley Port. Il prof. Cawtorne Unwin, già presidente dell'Associazione degli ingegneri scrive in un rapporto diretto alla *Pump and Power Company*, concessionaria del brevetto della pompa a scoppio che l'impianto di una pompa siffatta è notevole per la sua semplicità. Esso consiste in una semplice vasca di aspirazione, di valvole di ammissione e di scappamento con semplice congegno d'interclusione che si collega alle valvole sopradette e di un piccolo e comune apparecchio per l'accensione della miscela di aria e di gas. L'azione del congegno intercludente è automatica, poichè viene determinata unicamente dalle differenze di pressione nella camera di esplosione; i meccanismi che trovansi in tutte le altre pompe con le loro resistenze per attrito, in questa mancano affatto e questa assenza di meccanismi e dei conseguenti attriti e logoramenti permette di evitare la lu-

brificazione, eccezione fatta per il semplice apparecchio di interclusione. In conseguenza questo apparecchio è di grandissima durata e la spesa di esercizio è assai ridotta; in esso non può verificarsi una graduale diminuzione dell'effetto utile, come accade nelle macchine ordinarie per il logoramento degli stantuffi e per le conseguenti perdite. Siccome tutte le parti della camera di esplosione sono lavate dall'acqua al ripetersi di ogni ciclo, non vi è possibilità di inconvenienti o disturbi derivanti da precedenza nell'accensione; così pure la temperatura di tutte le parti metalliche è mantenuta bassa per l'effetto refrigerante dell'acqua interna eliminandosi in tal guisa qualunque difficoltà dovuta ad effetti di dilatazione o di contrazione delle parti metalliche. Il massimo sollevamento dipende dalla lunghezza del tubo di scarico.

Aggiungeremo che le esperienze in questione hanno anche dimostrato che l'acqua non si riscalda sensibilmente per effetto dell'esplosione del gas nella camera di scoppio.

Il rapporto del prof. Unwin contiene altresì alcuni confronti economici fra i quali merita di essere qui riportato il confronto fra la pompa a scoppio e la pompa a vapore.

Le piccole pompe a vapore sono notoriamente di basso rendimento e consumano molto combustibile; un paragone con tali macchine riuscirebbe quindi inutile. Per dimostrare perciò quanto sia considerevole la economia di combustibile che si realizza con la pompa a scoppio, può farsene utilmente il confronto con le grandi installazioni di pompe a vapore dei migliori sistemi. In alcune accurate e complete prove sopra una coppia di macchine compound e sopra altra coppia di macchine a triplice espansione nell'impianto idraulico di West Middlesex, della fabbrica Worthington, in perfetto stato e di consumo eccezionalmente basso, con caldaie che davano una grande resa in vapore alimentate con carbone scelto Wales (Cardiff), si rilevò che queste macchine, col vantaggio di un sollevamento molto più grande non si avvicinavano all'economia raggiunta dalla pompa a scoppio, come può rilevarsi dalla seguente tabella:

	Pompe Worthington			Pompa a scoppio
	compound	tripla	tripla	
HP indicati	252,0	365,4	491,5	—
HP in acqua sollevata . . .	214,1	315,9	443,6	16,3
Sollevamento . . . . . m.	16,37	28,13	39,35	10,05
Quantità pompata, in litri per min. sec.	1014,46	866,38	869,94	122,65
Carbone per HP indicato . . Kg.	0,769	0,636	0,694	—
Carbone per HP in acqua sollevata »	0,905	0,736	0,768	0,481

Da questa tabella appare evidente come il consumo di carbone della pompa a scoppio è quasi la metà del consumo analogo delle migliori macchine Worthington compound.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, *Gerente.*

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 7 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Aprile 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

IMPIANTO IDROELETTRICO MUNICIPALE DELLA CITTÀ DI ROVERETO (Trentino)

con Centrale al Ponale e con linea composta di cavi trifasi sotterranei, cavi monofasi sottolacuali, conduttori aerei

Ing. ALESSANDRO PANZARASA

(continuazione e fine, vedi n. 6)

Le scale delle correnti non sono identiche per tutte le tre curve.

Le curve sono riportate nel seguente ordine:

Centrale — Cabina Bagni (*curve superiori*).
Centrale — Cabina Linfano (» *medie*).
Centrale — Stazione trasformatrice Rovereto (*curve inferiori*).

I dati di funzionamento dei tre gruppi di curve sono riassunti dalla tabella seguente, e si riferiscono ad un solo circuito funzionante, quello A, nel quale vi sono i cavi Siemens:

	sino Bagni	sino Linfano	sino Rovereto
Tensione alternatore	12,500 V.	12,050 V.	12,200 V.
Corrente eccitazione	78 Amp.	71 Amp.	72 Amp.
Corrente carica	1,77 »	3,81 »	4,50 »

La frequenza fù esattamente di 50 periodi.

Le curve delle correnti presentano varie irregolarità che sembrano ancora maggiori per il fatto che la scala delle relative ordinate è molto grande. È bene ricordare che la corrente d'ogni linea può andare anche oltre i 100 Amp. e perciò il valore della massima corrente di carica non arriva al 5 $^0/_0$ del totale.

Le curve di tensione sono pur esse deformate per il grande sfasamento delle correnti di carica. La deformazione risulterebbe maggiore se la curva di tensione a vuoto fosse molto differente dalla sinussoide, e siccome con curve molto deformate si hanno

armoniche superiori che più facilmente possono dare disturbi in casi di scariche atmosferiche o di interruzioni di circuiti, o di forti e brusche variazioni di carico, tanto più deleterii con linee a cavi, così ne deriva la necessità di richiedere, in impianti come il nostro, curve di tensione a vuoto il più prossime alla sinussoide (vedi cap. III, fig. 19).

Le resistenze ohmiche dei vari tronchi risultarono per conduttore, essendo 5° C. la temperatura esterna,

Centrale — Linfano (75 mmq., Km.	7,3)	Ohm 1,525
Linfano — Rovereto (50 » »	16,2)	» 5,425
	Totale . .	Ohm 6,950

Consideriamo le condizioni di funzionamento di uno dei due circuiti della linea caricato in corrispondenza ad una alta densità di corrente. Con 50 mmq. e con corda si può senz'altro arrivare a 2 Am.: mmq., e perciò a 100 Amp. di corrente.

Ammettiamo di arrivare a Rovereto con 10800 Volt fra fase e fase, con un $\cos \varphi = 0,80$. Si avrà allora che la potenza è di 1500 KW.

Colle resistenze aumentate in corrispondenza alle temperature estive, capacità (come si possono approssimativamente ricavare dalle esperienze sopracitate), autoinduzioni dei singoli tronchi, si trova che alla Centrale le condizioni di funzionamento sono:

Tensione fra due fili	Volt	12550
Corrente	Amp.	97,5
$\cos \varphi$ ($\varphi = 36°$)		0,81
Potenza	KW.	1710

Per cui

Rendimento in watt . . . . . . $= 0,875$
» » volt . . . . . . $= 0,865$

La capacità della linea corregge un po' l'induzione del carico.

Pur con perdite abbastanza alte, ma che permettono ancora buoni funzionamenti, si ha sempre margine nella tensione degli alternatori.

Con due circuiti si possono quindi trasportare a Rovereto 3000 Kw. ed altri 1000 sino a Linfano.

Evidentemente si potrà ammettere una perdita del 12,5 % in potenza, finchè non vi sarà il tornaconto di costruire la seconda palificazione progettata.

Per l'impianto del Ponale i calcoli di tornaconto si sono fatti solamente per guida, poichè qui avendosi molta potenza disponibile ma non sfruttabile subito non solo, ma volendosi vendere energia anche a prezzi di perdita, come vedremo nel capitolo seguente, più che ad altro si doveva aver di mira di costruire una linea dove si riscontrassero le giuste proporzioni tra le spese fisse ed il rame utile e si raggiungesse una notevole sicurezza sia dal punto meccanico che elettrico.

Fig. 50. — Curve di tensione e corrente di carica nella linea.

La sovratensione stellare che potrebbe nascere alla Centrale, qualora a Rovereto venisse istantaneamente aperto il circuito ad una corrente di 100 Amp. e qualora della energia elettromagnetica immagazzinata nel sistema non ne andasse disperso nulla in calore, risulta essere di 9650 Volt $\left(V = I\sqrt{\frac{L}{C}}\right)$, e cioè di 16.600 Volt fra le fasi.

Questa sovratensione componendosi come quella degli alternatori può dare origine ad una tensione risultante molto più alta della usuale. In pratica non si ha tutta la sovratensione calcolata, per il disperdimento di calore nell'arco tra i contatti ed altrove e perchè l'interruzione del circuito per quanto rapida dovrà sempre durare un certo tempo, ma si hanno sempre sovratensioni notevoli, ed è questa una delle ragioni per le quali

mi indussi ad essere piuttosto rigoroso nel fissare la proprietà degli isolanti delle macchine, dei cavi e degli apparecchi e nell'abbondare negli scaricatori.

Stazioni Trasformatrici Primarie.

La *Stazione Trasformatrice Primaria di Mori* (vedi tav. VI e X) è a tre piani, quello inferiore per i trasformatori e per la partenza dei cavi pel paese, il secondo per gli interruttori, il terzo per gli scaricatori.

Vi è posto per due trasformatori da 100 Kw. ognuno. Per ora

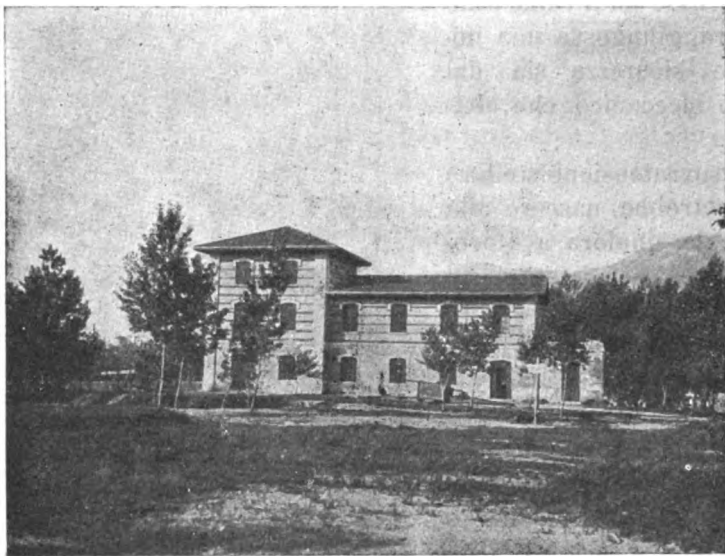



Fig. 51.

ne fu installato uno della Ditta Gadda e C., per una trasformazione da 11200 a 3100 Volt.

Così pure sono della Ditta Gadda i trasformatori del paese situati in chioschi, e pure appartenenti al Municipio di Rovereto, perchè per maggiore sicurezza di funzionamento insistetti che tutto ciò che è a tensione alta fosse di proprietà dell'Azienda di Rovereto, ed ai privati o ai varii Comuni si desse solo ciò che è a bassa tensione.

La *Stazione Trasformatrice Primaria di Rovereto* (vedi tavole VI e XI) deve servire non solo per la città, ma anche per buona parte dei Comuni della Valle Lagarina, e perciò fu studiata in modo che le linee uscenti potessero essere sia a cavi, prefis-

sati già per la rete primaria di Rovereto, sia per linea aerea per raggiungere i vari Comuni.

Perciò tenni nel piano superiore la partenza delle linee a 3000 Volt sia aeree che a cavi. Questi, come alla Centrale, scendono poi lungo una parete del fabbricato per uscire dalla stazione trasformatrice sotterra.

I concetti che mi guidarono nella costruzione della stazione trasformatrice sono analoghi a quelli per la Centrale. Tenni cioè ben distinti ed indipendenti i vari fabbricati adibiti alle varie parti, con dimensioni proprie e cioè:

fabbricato linee
» trasformatori
» officina meccan.

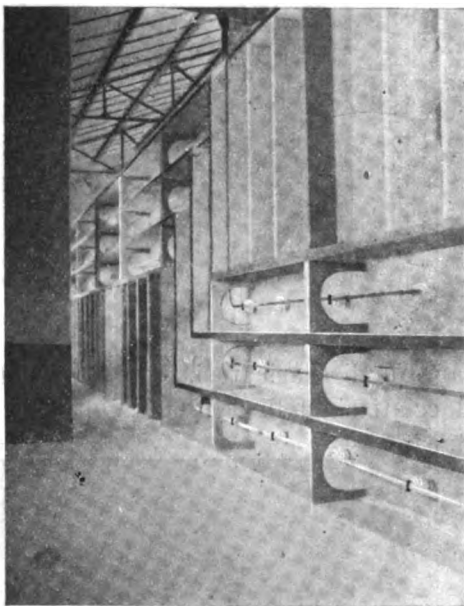
Fig. 52.

Inoltre tutta la parte ad alta tensione di arrivo (12000 Volt) è ben divisa da quella di partenza a 3000 Volt, come appare evidente dal disegno.

La linea arriva aerea ad una tensione di 10800 Volt e passa subito, mediante coltelli, agli scaricatori e poscia alle bobine di autoinduzione, tutto in riparti cellulari, costruiti coi concetti esposti nel capitolo della Centrale.

Dagli scaricatori, ogni circuito scende al piano sottostante dove è installato il relativo interruttore automatico; vi è spazio per quattro circuiti. Dagli interruttori automatici i conduttori vanno alle sbarre a 12000 Volt, le quali dal basso salgono poi verso l'alto andando verso il fabbricato dei trasformatori.

Dalle sbarre, passando per altri interruttori automatici partono i conduttori che vanno ai trasformatori che si trovano nel piano inferiore, quello terreno.

Dai morsetti a 3000 Volt partono simmetricamente i fili per risalire nel piano degli interruttori ed alle sbarre a 3000 Volt.

Tutta l'energia a 3000 Volt passa in un sommatore e poscia alle sbarre da cui partono i varii circuiti (feeder) sia per la rete primaria di Rovereto, che per altri Comuni. Ogni circuito risale nel

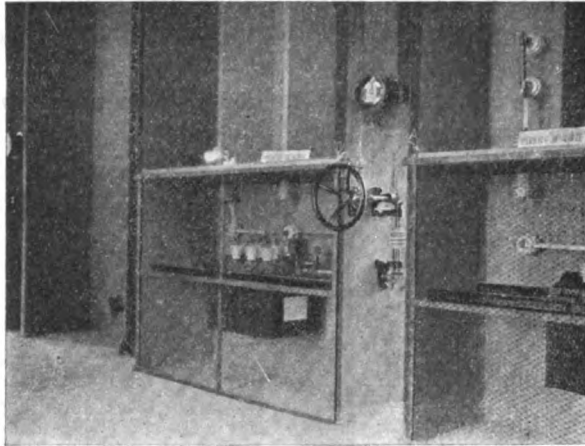



Fig. 53.

piano degli scaricatori, e quivi troviamo gli scaricatori a 3000 Volt affacciati a quelli a 12000 Volt.

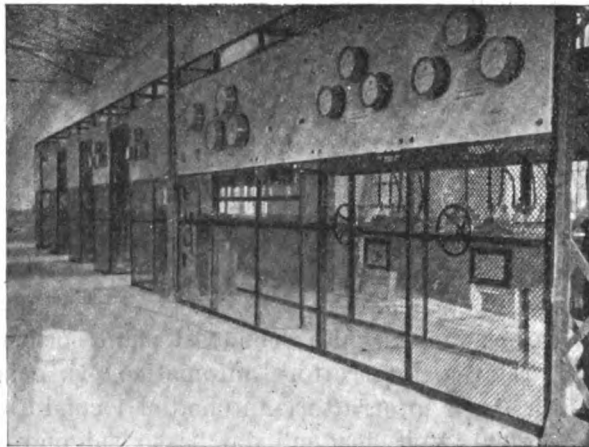



Fig. 54.

Dopo gli scaricatori partono sia i cavi, che le eventuali linee aeree future.

Gli interruttori dei feeder di partenza sono pur essi in faccia a quelli di arrivo.

Essendovi qui maggiore spazio che alla Centrale, vicino ad ogni quadro a 12000 Volt ho disposto un piccolo riparto per le leve, e per i fili a bassa tensione del relais, ecc., il che rende molto chiara ogni cosa.

Nel fabbricato linee siccome queste non occupano che i due piani superiori, in quello inferiore progettai di mettere il *laboratorio* per tutte le misure di verifica dell'azienda, contatori, lampadine ad incandescenza, ad arco, piccoli motori, ecc.

Il fabbricato trasformatori è fatto per contenere cinque unità da 500 KVA. e più.

Dopo il fabbricato trasformatori, che ha un riparto per poter smontare i trasformatori con relativa gru, fu costruita l'*officina meccanica.*

Vicino alla stazione trasformatrice sorgerà nel futuro la *Centrale termica*, e tutto è disposto per il relativo congiungimento.

I trasformatori sono in olio, della potenza normale di 500 KVA. e furono forniti assieme agli interruttori automatici dalla A. E. G. Union di Vienna, alle seguenti condizioni:

Rapporto di trasformazione 10800/3100, frequenza 50.

Rendimenti:

	Potenza svilupp.	$\cos\varphi = 1$	$\cos\varphi = 0,80$
1/4	125 K. V. A.	96,4 %	95,55 %
2/4	250 »	97,9 »	97,40 »
3/4	375 »	98,2 »	97,75 »
4/4	500 »	98,3 »	97,90 »
5/4	625 »	98,2 »	97,85 »

Abbassamenti di tensione:

	per $\cos\varphi = 1$	per $\cos\varphi = 0,80$
da 0 a 1/4 del carico norm.	9,225 %	0,825 %
» 2/4 »	0,450 »	1,650 »
» 3/4 »	0,675 »	2,475 »
» 4/4 »	0,900 »	3,300 »
» 5/4 »	1,125 »	4,125 »

Sopraelevazione di temperatura:

a carico normale	500 KVA.	$\cos\varphi = 0,80$	50° C.
a sovraccarico	625 »	» »	60° »

essendo 35° C. la temperatura ambiente.

Isolamento: Anche qui si fissarono le solite prove di isolamento su tutta la macchina, e per la perforazione delle parti a 12000 Volt si mise che non avesse ad avvenire prima di 48000 Volt come

pei cavi. I trasformatori dovevano essere costruiti con bobine primarie e secondarie concentriche, tipo che, secondo me, è il più sicuro per rispetto all'isolamento, e quindi il più tranquillo di funzionamento.

Tutto il montaggio e tutti gli apparecchi secondarii della stazione trasformatrice furono eseguiti dall'officina meccanica Comunale.

Rete in Rovereto e nei Comuni, e Staz. trasf. secondarie. — Poche parole bastano per queste parti, non presentando esse particolarità speciali.

La rete alla tensione di 3000 Volt è tutta sotterranea, ed è costituita da cavi trifasi forniti dalla Kabelfabrik di Vienna.

Questa rete sotterranea si prolunga sino a Comuni di Lizzana e di Sacco, da dove poi prosegue ancora un po' con cavi, ed indi aerea per i Comuni più a nord.

Alla rete a 3000 Volt sono allacciate le stazioni trasformatrici secondarie, ognuna disposta per due trasformatori. Tutti questi sono identici e della potenza di 60 KVA., e di costruzione della Oerlikon. Essi hanno il secondario che può essere messo o tutto in serie o in due parti in quantità, per avere 240 Volt, o 120. La prima tensione era destinata alla rete dei motori, la seconda a quella delle lampadine e piccolissimi motori.

I trasformatori sono contenuti in scaffali di ferro, sui quali nella parte superiore trovano posto gli interruttori e le valvole. Vi è una divisione metallica tra la parte ad alta e quella a bassa tensione, e sono tutti chiusi con telai di rete metallica. Così mentre tutto riesce compatto, le stazioni trasformatrici risultano assai sicure, e si può comodamente girare attorno a tutte le parti dello scaffale.

La rete secondaria è a tre circuiti, l'uno per la luce privata, l'altro pei motori, il terzo per la pubblica illuminazione. È aerea con mensole in ferro, e solo in Corso Rosmini è sotterranea.

La pubblica illuminazione è mista, parte con lampadine metalliche, che messe in abbondanza ed ai due lati della contrada, dànno una buonissima e tranquilla illuminazione, e parte con lampade ad arco.

Rete Telefonica. — Presa d'acqua, bacino di carico, Centrale, stazioni trasformatrici primarie, cabine, sono collegate tutte da un'apposita rete telefonica, che venne costruita dallo Stato Austriaco, su pali proprii, mediante il pagamento di una somma di Cor. 14000.

Il Governo inoltre si è impegnato di curarne la manutenzione mediante un canone annuo di 300 Corone.

CAPITOLO V.

Costi d'impianto — Organizzazione azienda — Tariffe Erogazioni energia — Introiti — Spese d'esercizio.

Costo d'impianto. — Il consuntivo dell'impianto da me riassunto alla fine della mia missione è il seguente (1):

	Corone	Corone	Corone
I, **Generali.**			
Conto generale		187000	
Interessi intercalari durante la costruzione		98000	285000
II. **Opere idrauliche e Centrale.**			
Espropriazioni ed indennizzi in Val di Ledro		127500	
Presa e Canale	328500		
Bacino Carico	63600		
Scarico del Bacino di Carico . .	31600	423700	
Sede Tubazioni ed appoggi . . .	104000		
Tubazione esterna (1 Tubo). . .	87000	191000	
Deviazione Ponale	45000		
Muraglione e Scavi Piazzale . .	40000	85000	
Fabbricato Centrale, Celle, Aiuto operai	205000		
Turbine e Tubazione interna . .	86400		
Macchinario Elettrico, Quadri . .	150000		
Gru	11100		
Officina Riparazioni, Illuminazione Centrale	14100	466600	
Strade e Sentieri, accesso Centrale		11200	
Casa operaia		45000	1350000
III. **Linea principale** (12000 Volt).			
Espropriazioni ed indenizzi per Linea		54000	
A riportarsi Corone		54000	1635000

(1) La Corona austriaca vale Lire italiane 1,05.

		Corone	Corone	Corone
Linea Alta Tensione: Riporto			54000	1635000
Sotterranea		2890000		
Sottolacuale		90500		
Cabine, parte elettrica . . .		24500		
» » muraria . . .		46000		
parte sotterranea e sottolacuale		450000		
» aerea		235500	685500	
Linea Telefonica			14200	753700
IV. Impianto in Rovereto.				
Fabbricato Stazione trasformatrice, Celle, Operai aiuto		40000		
Trasformatori e Quadri		50000	90000	
Cavi 3000 Volt		65300		
Fabbr. Staz. Tras. Sec. . . .	4000			
Trasformatori e Quadri .	58000	62000		
Rete bassa tensione . .	87200			
Illuminazione Pubblica .	9300	96500	223800	313800
V. Impianti altri Comuni.				
Impianto per *Mori:*				
Fabb. Staz. Trasform.		7000		
Trasform. e Quadri .		11200		
Cavi, Chioschi . . .		8500	26700	
» » *Sacco:*				
Trasform. e Quadri .		8600		
Cavi		15500	24100	
» *Val di Ledro:*				
Trasform. e Quadri .			7200	58000
VI. Officina costruzioni, Laboratorio, Fabbricato magazzino.				
Officina Costruzioni, materiali di montaggio, ecc.		12400		
Laboratorio		12600	25000	
Fabbricato del magazzino . . .			3700	28700
Totale Impianto Ponale . . .			Corone	28700
VII. Materiali per installazioni privati, Contatori, Indicatori di massima, ecc.				48500
Totale complessivo . . .			Corone	2837700

Il consuntivo riuscì identico al preventivo dettagliato eseguito prima di iniziare i lavori, e di non molto superiore al preventivo di massima del 1902, nel quale era presa di base la linea aerea. È la conduttura sotterranea che ha influito sul leggero aumento di costo, ma l'esperienza confermò che essa era indispensabile.

Per farsi un'idea chiara della convenienza dell'impianto del Ponale bisogna supporlo aumentato con almeno una seconda tubazione e con altri due gruppi di turbine-alternatori, poichè oggi vi è una sproporzione tra la spesa totale incontrata e la potenza di macchinario installato alla Centrale. Ma mentre l'aggiungere una tubazione e due gruppi di macchinario è cosa assai semplice, e non disturba affatto l'esercizio, tutte le altre parti, canale, bacino di carico, fabbricati, cavi, sotterranei in roccia, circuiti di una linea, dovevano essere installati sin dal principio.

Aggiungendo una seconda tubazione, e due gruppi identici agli attuali, che sono capaci di lavorare continuamente ad un carico di 1300 Kw., ed anche più, come si è riscontrato nelle prove, si hanno quattro gruppi installati, e si può disporre al quadro della Centrale di 4000 Kw., nella massima parte dell'anno, e di 3000 in quei pochi giorni di magra, sempre riferendosi alla potenza massima delle punte del diagramma. Per ciò non necessita la riduzione del Lago di Ledro a serbatoio.

La linea è oggi ostruita per 4000 Kw. sino a Linfano, e per 3000 da Linfano a Rovereto.

Gli aumenti di costo per portare l'impianto a questa potenzialità, come risultano dai preventivi dettagliati corroborati dai consuntivi, sono:

a) Per il completamento di alcuni appoggi della Tubazione.	Cor.	20000
b) Per la seconda Tubazione	»	100000
c) Per due gruppi Turbina-alternatore ed annessi	»	195000

E siccome nel confronto con altri impianti consimili, ciò che può veramente interessare è il costo della Centrale e Linea, così riporterò qui il costo della centrale del Ponale ammessi al Quadro 4000 Kw., ed il costo della Centrale e linea sino a Rovereto, ammesso che la massima potenza ivi trasportata sia di 3000 Kw.

Per le generali tenni il 10 %.

Costo opere idrauliche e Centrale

con due Tubi e quattro Gruppi da 1200-1400 Kw.

Espropriazioni	Cor.	127500
Canale	»	423700
Tubazione	»	311000
Piazzale e Deviazione Ponale	»	85000
Centrale	»	656600
Strade e Sentieri accesso Centrale . .	»	11200
Casa operaia	»	45000
	Cor.	1660000
Spese generali circa il 10 %	»	165000
Costo Centrale, Canale . .	Cor.	1825000

Costo opere idrauliche, Centrale e Linea

con due Tubi e quattro Gruppi da 1200-1400 Kw.

Costo opere idrauliche, Centrale ed annessi	Cor.	1660000
Linea	»	753700
	Cor.	2413700
Generali ed arrotondamento	»	236300
	Cor.	2650000

I costi d'impianto per Kw. utile sarebbero:

alla Centrale $\frac{1825000}{4000} = 456$ Corone,

al termine linea a 10800 V. anche contando solo su 3000 Kw.

$$= \frac{2650000}{3000} = 885 \text{ Corone.}$$

Ora le spese d'esercizio, compreso il fondo di rinnovamento del macchinario, cavi, ecc., sono inferiori al 10 % del capitale, e quindi risulta che i costi annui del Kilowatt sono al più:

alla Centrale	Corone	45,6
al termine linea (a Rovereto)	»	88,5

Se poi si considera la riduzione del Lago di Ledro a serbatoio, con che si ha una potenza di 6000 Kw. al quadro della Centrale, il costo delle spese di impianto riferito al Kw. ed alla Centrale è di Corone 367, ed il costo annuo di Corone 36,70.

Queste cifre ci dicono come la Centrale del Ponale sia una delle più economiche.

Per il completamento delle linee ai Comuni il costo totale dell'impianto salì poi a Corone 3.000.000.

Organizzazione Azienda. — Nell'organizzazione dell'Azienda elettrica di Rovereto cercai di adottare criterii i più industriali possibili, e mentre nel Trentino le aziende municipali avevano conservato anche il monopolio degli impianti interni dei privati, e la vendita dei motori, ecc., a Rovereto ottenni che si lasciasse libertà completa ai privati, sotto, si intende, le salvaguardie tecniche contenute in un regolamento che espressamente compilai. Il Municipio fa pur esso impianti privati per chi li desidera, e per i proprii fabbricati, ma più come un calmiere, e per dare un esempio come si debbono eseguire bene anche le installazioni interne. Con ciò l'azienda ha avuto negli installatori di impianti interni molti ricercatori di clienti, e si è potuto sviluppare in un tempo anche minore del previsto.

Oltre che vendere nel Comune di Rovereto, l'azienda del Ponale vende agli altri municipii dei Comuni della Valle Lagarina, i quali eserciscono poi per loro conto con loro tariffe nel proprio abitato. Il Comune di Rovereto si è solo riservato, per casi di rilevante potenza, e qualora il Comune interessato non voglia farlo lui, di vendere direttamente ad industriali, ed in questo caso dà al Comune dove l'industriale esiste, una percentuale sull'introito, che corrisponderebbe ad una tassa di esercizio.

L'azienda del Ponale dipende direttamente dal Podestà e dalla Giunta Comunale di Rovereto, e corrisponde al nostro sistema di *esercizio in economia*.

A Rovereto, dove la continuità amministrativa è veramente notevole, questo sistema funziona molto bene.

Il personale addetto all'azienda è così costituito.

1 ingegnere direttore,
1 tecnico,
1 disegnatore,
1 capo contabile,
2 aiuti contabili,
1 magazziniere,
4 operai per la Rete di Rovereto ed impianti interni,
2 operai per la linea e per le linee ai Comuni,
7 operai alla Centrale e Canale derivazione.

Il cassiere è quello del Municipio, al quale gli utenti devono pagare direttamente gli importi mensili dell'energia.

Il numero di personale così limitato dipende dal fatto che l'impianto non ha mai dato pensiero per riparazioni, ed anche dal vivo amore che il personale stesso ha preso per l'azienda.

Tariffe. — Per le tariffe si è partito dal concetto di offrire agli utenti le massime facilitazioni possibili, e perciò si studiarono tariffe *à forfait* ed a contatore, lasciando all'utente la scelta sia per l'una che per l'altra, o per entrambe. Al Comune ciò che importava maggiormente era di fornire un mezzo a buon mercato e di pieno aggradimento all'utente perchè migliorasse le sue condizioni di vita e di lavoro.

Nel Trentino vigeva, ed in molte aziende vige tuttora, il sistema di vendere la luce *à forfait* per candela, e la forza motrice per cavallo sviluppato dal motore. È questo un metodo che secondo me non invita l'utente ad installare molte lampade in tutta la casa, e molti motori negli stabilimenti, e perciò la divulgazione della illuminazione elettrica e della forza motrice risulta limitata e non permette all'azienda un contratto semplice e senza vessazioni.

Proposi perciò che venisse adottato il sistema di vendere anche per la luce ad un tanto per Ettowatt e per anno, impiegando quale controllo gli indicatori di massima, e permettendo inoltre all'utente di inserire nella sua rete tutti quegli apparecchi che egli credesse nelle ore in cui la luce non è necessaria.

Questo sistema ha incontrato a Rovereto un grandissimo favore, e continua ne è la sua divulgazione.

Per la luce, oltre che la tariffa *à forfait*, si stabilì anche quella a contatore, in unione ad indicatori di massima per fruire di sconti.

I prezzi a contatore hanno il costo di base a 4,5 cs. per Ettowatt-ora, e sconti in proporzione alle ore di utilizzazione di ogni Ettowatt.

Quanto alla forza motrice, per essa si fecero tariffe completamente di favore, poichè lo scopo principale del Comune di Rovereto nell'accingersi od un'opera così costosa (circa 3000000 di corone), in confronto alla sua popolazione (11000 abitanti,) era stato quello di sviluppare il più possibile le industrie esistenti, e di farne nascere delle nuove.

Infine, per venire in aiuto alla classe operaia, fu ad essa accordato uno sconto del 50 % sulle tariffe usuali, e per far sì che il costo degli impianti interni non fosse d'ostacolo alla divulga-

zione della illuminazione elettrica fra i privati, si ammisero pagamenti anche in dieci anni.

Ecco le tariffe in vigore a Rovereto. Il posto di misura si intende all'entrata nelle case e stabilimenti.

A) Per luce.

1) *a forfait:*

sino a	20 Ettowatt	Cor.	30	per Ettowatt	e per anno
oltre 20 sino	30	»	29	»	»
» 30 »	40	»	28	»	»
» 40 »	50	»	27	»	»
» 50 da convenirsi.					

2) *a contatore:*

sino a 700 ore di medio uso per Ew.	cent.	4,5	per Ettowattora
oltre 700 sino a 800	»	4,—	»
» 800 » a 900	»	3,50	»
» 900 » a 1000	»	3,15	»
» 1000 » a 1200	»	2,75	»
oltre 1200 da convenirsi.			

B) Forza motrice.

Il prezzo di base è di Cor. 135 per Kilowatt e per anno, da raggiungersi però nel 1915.

Dal 1907 in avanti furono fissati i seguenti prezzi:

	1907-1911	1912	1913	1914	1915
sino 40 Kw.	100	110	120	130	135
oltre 40 sino 60	95	105	115	125	130
» 60 » 100	90	100	110	120	125
» 100 » 200	85	95	105	115	120
oltre 200 da convenirsi.					

Su questi prezzi, in caso di industrie nuove, il Comune può accordare sconti sino al 50 %.

C) Per riscaldamento.

1) *Per ferri da stirare:*

ferro da 300 watt	Cor. 15	all'anno
» 400 »	» 20	»
» 500 »	» 25	»

2) *Per stufe.* Corone 12 per Kilowatt e per mese con un minimo di 5 mesi.

Il Comune poi dà a nolo lampade ad arco, motori elettrici, ventilatori, ecc.

Le applicazioni per riscaldamento (ferri da stirare, cucine, radiatori) vanno a Rovereto estendendosi sempre più, ed avrebbero senza dubbio una notevolissima divulgazione anche da noi, se non vi fosse l'ostacolo enorme della tassa, la quale è di 6 cs. per Kw-ora, valore press'a poco uguale al prezzo al quale si dovrebbe vendere l'energia per tale uso. Ora siccome il Governo italiano incassa per questa tassa quasi nulla, mentre se fosse levata ne avrebbero grande giovamento gli utenti e le aziende elettriche in generale

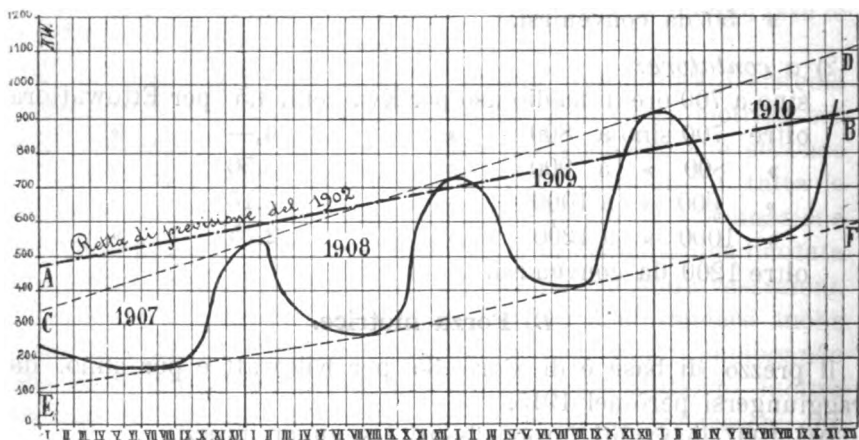



Fig. 55. — Potenze massime alla Centrale dal 1907 al 1910.

così sarà bene che la nostra Associazione riprenda l'iniziativa per farla togliere.

Nella monarchia austriaca non v'è tassa sull'energia elettrica a qualunque scopo essa serva.

Erogazione di energia. Introiti. — Con queste tariffe e con una popolazione di 20000 abitanti tra Città e gli altri Comuni, l'andamento delle potenze massime giornaliere, a partire dal 1.° gennaio 1907 all'ottobre del 1910, misurate in Kilowatt alla Centrale dal Wattometro registratore, è dato dalla fig. 55.

Se si congiungono i massimi assoluti di ogni anno, si vede che la progressione annuale è uniforme, si ha cioè la retta C D.

La retta A B era quella da me ottenuta cogli studii di previsione del 1902.

Se si congiungono i minimi di ogni anno si ottiene una curva

E F che va inclinandosi sempre più verso alla retta dei massimi, il che dimostra il diffondersi continuo della forza motrice.

Nell'anno 1909 si ebbero alla Centrale 2.573.000 Kilowattora, mentre la massima potenza fu di 910 Kw., per cui le ore medie di uso riferite a questa massima potenza furono:

$$\frac{2.573.000}{910} = 2830 \text{ ore,}$$

valore abbastanza alto.

Il numero dei Kilowatt allacciati alla rete, tra luce e forza, fu di 1816, il che dà un rapporto tra i Kw. massimi e quelli allacciati di

$$\frac{910}{1816} = 0{,}50,$$

rapporto che sta a dimostrare che gli utenti per le facilitazioni delle tariffe e delle modalità hanno installato dovunque lampade, apparecchi, motori.

È d'uopo ricordare che in altre aziende trentine, pure con tariffe basse, ma *à forfait* per candela o per cavallo sviluppato, tale coefficiente risultò anche di 0,90.

La suddivisione di potenza allacciata alla rete per luce, forza, e riscaldamento in Rovereto, fu nel 1909 di:

per luce	Kw.	518
» forza	»	633
» riscaldamento	»	207
	Kw.	1358.

La restante potenza allacciata all'impianto per formare il valore dei 1816 Kw. è suddivisa nei varii Comuni della Valle Lagarina.

Complessivamente nel 1909 gli **introiti** dell'azienda furono di 150.000 Corone, introiti che nel 1910 toccheranno le 200.000 Corone, mentre la potenza massima si prevede salirà a 1200 Kw., cosicchè nel 1911 sarà necessaria l'installazione del terzo gruppo alla Centrale, installazione che permetterà all'azienda di estendere sempre più la vendita di energia.

Spese d'esercizio.

Le spese vive d'esercizio del 1909 risultarono così:

Direzione, Amministrazione, Tasse . . .	Cor.	31493
Operai	»	23498
Manutenzione	»	4893
Interesse e Ammortamento Capitale . . .	»	146329
	Totale Corone	206213

È evidente come sia minima la spesa di manutenzione di tutto l'impianto, pur essendosi al terzo anno d'esercizio.

Bisogna poi rammentare che nella monarchia austriaca finora non si pagano canoni per le concessioni di forze idrauliche.

Nel 1909, ossia alla fine del terzo anno di esercizio, si ebbe dunque una passività di 56000 Corone, e nel 1910, ossia al quarto anno, le entrate pareggeranno le spese vive, e nel 1911 si potrà iniziare la costituzione del fondo di rinnovamento delle macchine, cavi, ecc.

Nei miei preventivi di esercizio del 1902, che servirono di base per la votazione del Consiglio Comunale, io ero arrivato alla conclusione che le entrate avrebbero pareggiate le spese vive solo dopo cinque anni, ed avevo previsto che complessivamente in questi cinque anni si sarebbe avuta una passività di 20000 Corone, che eventualmente sarebbe andata ad aumento del capitale di impianto.

Le mie previsioni furono adunque pessimiste, e ciò è dovuto in buona parte alla attiva ed intelligente opera dell'ing. Capraro, che fu nominato direttore del Ponale alla fine del 1907, dopo che l'impianto era avviato. Così già nell'anno venturo, la città di Rovereto potrà devolvere ad altre attività comunali gli utili della Cassa di Risparmio, che fin'ora erano vincolati a sopperire alle passività dell'impianto elettrico, il quale a poco a poco aumenterà di valore diventando uno dei demani più ricchi della città, e potrà concorrere coi suoi utili a dare sopratutto spinta a comunicazioni tramviarie e ferroviarie alimentate dalla energia elettrica del Ponale, per il che tutto fu già predisposto.

L'esempio alto di civismo che la città di Rovereto ha dato è, senza dubbio, uno dei più singolari ed arditi, poichè essa con una popolazione di appena 11000 abitanti decise di costruire un impianto elettrico di 3.000.000 di Corone.

Ma essa potè affrontare e risolvere tale problema mercè l'alta e completa personalità del suo *Podestà Barone Valeriano Malfatti* che da più di un ventennio dedica tutto sè stesso alla sua città, e mercè la grande concordia di tutti i cittadini che, senza considerazioni di partito, avevano intuito di quanta importanza fosse per la loro città disporre di energia elettrica in grande misura e molto a buon mercato.

E non solo i cittadini di Rovereto provarono questo sentimento, ma ne furono avvinti tutti coloro che ebbero a lavorare per l'impianto del Ponale ed io mi sento in dovere di ringraziare qui tutte le case fornitrici di tubazione, macchinario, cavi, ed altro, o che costruirono opere idrauliche e murarie, per aver dati prodotti degni di ogni elogio, e per non aver risparmiato nè tempo nè denaro per corrispondere ancora più alle condizioni contrattuali già rigorose.

In ispecial modo ringrazio con animo riconoscente gli egregi collaboratori miei, e cioè l'ing. Giuseppe Fasanotto, e l'elettrotecnico Gaspare Cobelli che risiedettero a Rovereto, ed ai quali furono attribuite le porzioni di impianto dalla Cabina Linfano in avanti, l'ing. Ottaviano Ghetti che fu prima nel mio studio, e poi risiedette a Biacesa pei lavori del bacino di carico, tubazione, Centrale e linee sotterranee, ed infine l'amico mio carissimo ing. Angelo Bianchi che lavorò con me in tutte le parti dell'impianto e nelle varie misure, e nel quale sono egualmente alti il valore tecnico ed il sentimento amicale.

Sul calcolo delle condotte forzate, metalliche e di cemento per la rete dell'Acquedotto Pugliese

Ing. GAUDENZIO FANTOLI

(Continuazione, vedi N. 6)

---

4. — Passando alla condizione dei tubi in *ghisa usata,* si entra in un campo evidentemente assai vasto di graduazione della scabrezza, secondo l'esistenza o meno e l'importanza dei depositi incrostanti effettivi o presunti. La norma pratica di Darcy per il raddoppiamento del coefficiente b_1 della ghisa nuova, *qualunque sia il diametro* si dimostrò presto eccessivamente sommaria. E poichè non sono esclusi gli equivoci, osserviamo come la formola Darcy e la tavola che ne consegue dei valori b_1 sia propriamente riferita solo alla ghisa nuova, e come la norma pratica del raddoppiamento di b_1 data dal Darcy in via di larga approssimazione (1) derivi dall'esperimento su *tre* tubi piccoli incrostati. Raddoppiare il valore b_1 corrispondente a un dato tubo nuovo per avere il valore b'_1 competente allo stesso tubo usato, equivale a raddoppiare la cadente i che occorre per ottenere una data velocità, o viceversa a ridurre nel rapporto $\frac{1}{\sqrt{2}}$ la velocità ottenibile con una cadent nota.

Tale *raddoppiamento* di b_1 conduce alla scala dei valori c qui

---

(1) Op. cit., pag. 114: *« il convient de doubler cette pente dans la pratique ».*

sotto calcolati e paragonati agli omologhi per la condizione di tubo nuovo.

	$d =$ 0ᵐ,40	0ᵐ,60	0ᵐ,80	1ᵐ,00	1ᵐ,20
Darcy (*ghisa nuova*)	$c =$ 60 ,8	61 ,3	61 ,5	61 ,8	62 ,0
» (*ghisa usata* con $b'_1 = 2b_1$)	$c =$ 43 ,0	43 ,4	43 ,6	43 ,8	44 ,0

— Qual'è il valore della detta norma sommaria in relazione alla sua genesi?

Le esperienze di Darcy su tubi vecchi con depositi d'incrostazione sono relative a *tre* diametri di centimetri 3,6 — 8 — 24 rispettivamente. Dai quadri delle osservazioni originali, op. cit., pag. 96-98, calcoliamo il rapporto $\frac{c}{c_1}$ tra i coefficienti c della tubazione di *ghisa incrostata* e c_1 della *ghisa pulita* d'eguale diametro utile, ed il rapporto $\frac{i}{i_1}$ tra le cadenti necessarie per avere con la ghisa supposta incrostata la stessa velocità media d'una condotta nuova d'egual diametro $\left(\frac{i}{i_1} = \frac{c_1^2}{c^2}\right)$.

	$\frac{c}{c_1}$	$\frac{i}{i_1}$
$d =$ 0ᵐ.036	$\frac{23,1 \cdot \sqrt{2}}{37,3 \cdot \sqrt{2}} = 6,62$	2,56
$=$ 0ᵐ,080	$\frac{26,3 \cdot \sqrt{2}}{35,7 \cdot \sqrt{2}} = 0,74$	1,85
$=$ 0ᵐ,243	$\frac{29,3 \cdot \sqrt{2}}{38,0 \cdot \sqrt{2}} = 0,77$	1,69

Dalla diminuzione rapida del rapporto $\frac{i}{i_1}$ aumentando il diametro, si rileva che la norma indicata di ritenere $\frac{b'_1}{b_1}$ quindi $\frac{i}{i_1} = 2$, risponde con media affatto sommaria solo per *piccoli*

diametri. I rapporti sperimentali suindicati $\frac{i}{i_1}$ si riferiscono a ghisa incrostata ed a ghisa *pulita* (1) mentre i rapporti omologhi tra ghisa incrostata e ghisa *nuova* possono ritenersi i precedenti moltiplicati pel fattore $\left(\frac{51,6}{45,9}\right)^2 = 1.25$, cioè di un quarto più grandi (e quindi rispettivamente $\frac{i}{i_1} = 3,20,\ 2,31,\ 2,11$). Ma la diminuzione rapida fa ben prevedere che per diametri più grandi la norma del raddoppiamento deve condurre in ogni modo a gravi esagerazioni.

5. — Servendosi delle esperienze sui detti *tre tubi incrostati* aventi 3, 8, 24 centim. di diametro, Maurizio Lévy ha dato nel 1867 pei tubi in *ghisa incrostata* la formola (2)

$$v = 20,5 \sqrt{1 + 3\sqrt{r}}\,\sqrt{r\,i} \text{ dove } r = 2\ R.$$

$$\text{Onde } c = 29 \sqrt{1 + 3\sqrt{r}}.$$

Ricondotta così alla forma tipo qui assunta, calcoliamo il coefficiente c:

$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
$c =$	44,3	47,1	49,2	51,2	52,9

La variazione di c con d è più accentuata ed il valore c è più alto di quello che corrisponde al raddoppiamento di b_1 qualunque sia il diametro.

Ma è arbitrario e non ammissibile lo spingere l'applicazione della formula Lévy, tubi incrostati, troppo al di là di $d = 0^m,24$, limite delle osservazioni *che hanno determinato le costanti* della formola stessa (3).

---

(1) La condizione di *ghisa pulita* nelle esperienze di Darcy risulta ben definita dalla seguente formola d'interpolazione data dall'ingegnere Vallot nel 1888, sul tipo stesso dato da Lévy per la ghisa nuova, $v = 32,5 \sqrt{1 + \sqrt{r}} \cdot \sqrt{ri}$. Onde ricaviamo $c = 45,9 \sqrt{1 + \sqrt{r}}$ mentre 51,6 è il coefficiente numerico della formola identica per la *ghisa nuova*.

(2) Op. cit.

(3) Così il coefficiente esterno ed il coefficiente di $\sqrt{r}$.

Per ciò la relazione di Lévy, *tubi nuovi*, $c = 51{,}6\sqrt{1+\sqrt{r}}$ colle costanti dedotte dalle serie sperimentali fino a $d = 0^m{,}50$, merita nel prolungamento da $0^m{,}50$ ad $1^m{,}00$ un grado di fiducia maggiore della relazione Lévy per *tubi incrostati* nel prolungamento da $d = 0^m{,}24$ a $0^m{,}45$.

E come riteniamo intorno a $d = 1^m{,}00$ il limite massimo applicativo d'un *ragionevole prolungamento* della prima formola, riteniamo non maggiore di $0^m{,}40 \div 0^m{,}45$ il limite omologo per la seconda.

Cosichè volendo spingere quest'ultima troppo oltre il detto limite fissato dalla sua stessa origine, si ottengono numeri e confronti che non hanno sufficiente fondamento. Esempi: Per il diametro di $1^m{,}00$ il rapporto dei coefficienti c ghisa *nuova* e ghisa *usata* colle due formole Lévy è 1,316; ed è 1,73 il rapporto delle cadenti necessarie a pari velocità coi tubi di ghisa vecchia e nuova. Per il diametro di $2^m{,}00$ il rapporto dei c è 1,26 ed è 1,59 il rapporto dei carichi necessari da ghisa vecchia a nuova. I quali rapporti ancora così elevati per grandissime tubazioni, non rispondono al fatto e nemmeno alla intuizione comune circa l'effetto idraulico dell'uso in servizio.

Ma l'errore è tutto nostro quando vogliamo piegare la seconda formola Lévy ad un confronto ch'essa assolutamente non può sostenere, perchè i due coefficienti numerici 29 e 3 derivano direttamente dalle esperienze di Darcy su *tre piccoli tubi* incrostati: onde l'errore probabile nel prolungamento, forse già notevole per $d = 0^m{,}40 \div 0^m{,}50$ diventa gravissimo per $d = 1^m{,}00$, $2^m{,}00$, ecc.

6. — Questi accenni indicano pure come siano da ripudiare gli accozzamenti di formole coll'uso della formola Lévy, ghisa incrostata, per grandissimi diametri, talora suggeriti nel lodevole intento di dare lume d'applicazione: mentre adducono all'indecisione e contraddizione più manifesta. Occorre insistere a titolo d'esempio con qualche citazione specifica.

— L'ing. Dariès conclude un suo diligente confronto numerico (1) tra i risultati di formole diverse col ritenere personalmente preferibile la formola Flamant, ghisa usata, per piccoli e medî diametri *fino ad 1* m. e la formola Lévy, tubi incrostati, per diametri superiori.

(1) *Nouvelles Annales de la Construction*, 1904.

Nella formola Flamant il coefficiente c dipende anche dalla velocità v oltre che dal diametro. In essa

$$b = \frac{a}{\sqrt[4]{d.\ v}} \quad \text{dove } a = 0{,}000230 \text{ per ghisa in servizio corrente.}$$

Deducesi $c = \frac{\sqrt[8]{d.\ v}}{\sqrt{a}}$. Calcoliamo i valori di c con $a = 0{,}00023$ per le due velocità $v = 0^m{,}50$ $v = 1^m{,}00$ che qui interessano, e confrontiamoli coi valori c della formola Lévy, tubi incrostati.

		$d = 0^m{,}40$	$0^m{,}60$	$0^m{,}80$	$1^m{,}00$	$1^m{,}20$
Flamant	**Ghisa usata** (per $v = 0{,}50$) coeff.	$c = 54{,}1$	56,9	59,0	60,7	62,1
»	» » » $v = 1{,}00$) »	$c = 58{,}8$	61,9	64,1	66,0	67,5
Lévy	**Ghisa usata**	$c = 44{,}3$	47,1	49,2	51,2	52,9

È facile riconoscere quali risultati possano derivare dall'accennato accozzamento.

Al limite separativo suggerito $d = 1^m$ il rapporto dei coefficienti competenti alle due formole (per velocità tra $0^m{,}50$ e $1^m{,}00$ nella formola Flamant) è $\frac{64}{51{,}2} = 1{,}25$ e le cadenti necessarie per lo stesso $d = 1^m{,}00$ stanno nelle due formole come 1 a 1,56.

Avendosi da calcolare p. es. un tubo da $0^m{,}80$ applicando quindi la Flamant, si ha $c = 64$; per un tubo da $1^m{,}20$ applicando quindi la formola Lévy $c = 53$: valore molto minore del precedente benchè il diametro sia aumentato da 2 a 3.

Com'è ovvio, se si considerano velocità maggiori di $1^m{,}00$ s'accentuano sempre più gli scarti tra due andamenti per ogni rapporto incompatibili: onde crescono sempre più le accennate incongruenze applicative.

— Altro esempio analogo è rilevabile nella pregiata opera di Imbeaux e Debauve (1). Ivi si conclude, come norma pratica, per l'adozione della formola Darcy, tubi vecchi, fino a $d = 0^m{,}50$ e colla formola Darcy *tubi nuovi*, cioè senza il raddoppiamento, *per diametri superiori a* $0^m{,}50$ salvo controllo con altre formole, quella di Lévy specialmente. S'intende la formola Lévy, tubi incrostati.

A parte che per il limite separativo $d = 0^m{,}50$ vi sarebbe varia-

(1) *Distributions d'eaux*, III edizione, Parigi, 1906.

zione da 2 a 1 della cadente i necessaria per data velocità, oppure da 1 a 1,414 della velocità ottenibile con dato dislivello, è da rilevarsi quel concetto di controllo dei risultati dati per $d > 0^m,50$ dalla formola Darcy ghisa nuova e dalla seconda formola Lévy: controllo di risultati che necessariamente debbono presentare la gravissima divergenza sistematica dell'andamento $f(c, d)$ delle formole stesse.

Così chi seguisse il suggerimento pratico anzidetto, senza pensare che i rapporti dei risultati sono già *a priori* inclusi nell'avvicinamento fatto, e calcolasse per es. una tubazione di $0^m,80$ troverebbe che colla formola Darcy tubi nuovi occorre una data cadente e col controllo della formola Lévy una cadente oltre una volta e mezza più grande; poichè infatti

$$\frac{i}{i_1} = \left(\frac{c_1}{c}\right)^2 = \left(\frac{61,8}{49,2}\right)^2 = 1,57.$$

Senza aggiungere altri esempi di norme suggerite come pratiche ma derivate da combinazioni incompatibili, si constata che la pratica corrente può bensì tollerare procedimenti di larghissima approssimazione, ma non le anomalie sistematiche ed i risultati già virtualmente contrastanti.

Tali combinazioni ripetono spesso la loro origine dalla coincidenza numerica di qualche esperimento, anche poco ben vagliato. Coincidenza che può avvenire con qualunque formola, attesa la varietà del grado effettivo di scabrezza: ma che non permette in alcun modo quelle separazioni *sistematiche* in campi d'applicabilità fatte appunto in rapporto al *diametro.*

— Si osserva incidentalmente che i valori c della formola Flamant anche per la velocità minima $v = 0^m,50$ rimangono un po' superiori a quelli qui suggeriti e dipendenti da $\gamma = 0^m,23$ nella formola Bazin. Infatti per $v = 0^m,50$ e per un diametro di $0^m,40$, detta uno la cadente piezometrica i necessaria colla formola Flamant, è 1,15 quella dipendente invece da $\gamma = 0,23$; per un diametro di $0^m,80$ l'analogo rapporto è 1 : 1,06.

Il margine di maggior prudenza in confronto alla formola Flamant, già apprezzabile per $v = 0^m,50$, cresce progressivamente per velocità superiori alla minima anzidetta.

7. — Le norme che approdano a combinazioni contradditorie rimangono però in complesso escluse nella tecnica migliore: la

quale per una data formola prescelta, cura essenzialmente la giudiziosa applicazione del coefficiente numerico inerente al grado di scabrezza effettivo o presunto, ed alla qualità dell'acqua, ecc.

— È d'impiego diffuso per il calcolo delle tubazioni la *formola semplice di Kutter*, in tutto analoga alla formola Bazin qui adottata, $c = 100 : \left(1 + \frac{m}{\sqrt{R}}\right)$, con variazioni di m tra 0,25 e 0,35 pei tubi di *ghisa* in servizio corrente a seconda del margine di sicurezza consigliato. E, limitando le citazioni ad alcune delle più autorevoli, recenti e diffuse, consigliano il limite più basso il Lueger, il Löhmann; il più alto il Frühling (1).

La formola Kutter per $m = 0.25$ è data più spesso pei tubi nella forma equivalente $i = \beta \frac{Q^2}{d^5}$ che è subito dedotta dal rapporto $\beta = \frac{6,485}{c^2}$:

$$\beta = 0,000648 + \frac{0,000648}{\sqrt{d}} + \frac{0.000162}{d}.$$

Calcolo qui le scale di c pei diversi valori m tra i limiti d'applicazione $m = 0,25$ a 0,35 suindicati

	$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
per $m = 0,25$	$c =$	53,9	58,9	62,3	64,7	67,0
$m = 0.30$	$c =$	51,4	56,6	59,8	62,5	64,6
$m = 0,35$	$c =$	47,5	52,5	56,1	58,8	61,0

Tutte lontane, come si vede, dalla scala di c per la formola Lévy tubi usati. Contrapponiamo ad esse quella qui consigliata per $\gamma = 0,23$

$c =$	50,4	54,6	57,5	59,6	61,3

La quale è intermedia fra le scale Kutter $m = 0,30$ e $m = 0,35$ e assai vicina all'ultima di $m = 0,35$ nelle parte più alta dei diametri, cioè da $0^m,80$ in su.

---

(1) Confr. E. LÖHMANN nell'op. speciale *Betriebsführung städtischer Werke*, diretta da Th. Weyl, Lipsia, 1909.

FRÜHLING, *Die Wasserversorgung der Städte*. Lipsia, 1904.

LUEGER, *Die Wasserversorgung der Städte*. Lipsia, 1909.

È superfluo rilevare come, sia per avere con sufficiente esattezza i valori c interpolati tra quelli suindicati, sia per la prontezza dei confronti delle linee $f\,(c, d)$, giovi il riferimento grafico: ascissa ad es. il diametro, ordinata il valore c. Per la formola Flamant si hanno più linee (c, d) corrispondenti ognuna al valore di v che si considera, per le formole Kutter, Bazin, ecc., più linee a norma degli indici m, n, γ, ecc.

— Pure assai diffusa e d'impiego corrente pel calcolo delle *tubazioni*, nella tecnica inglese ed americana in ispeciale, è la formola più *generale* di ***Kutter***

$$c = \frac{23 + \frac{0{,}00155}{i} + \frac{1}{n}}{1 + \left(23 + \frac{0{,}00155}{i}\right)\frac{2\,n}{\sqrt{d}}}$$

Per i valori di i, di solito notevoli e superiori a 0,0005, delle condotte forzate, l'influenza piccola di i su c diventa del tutto inapprezzabile. Cosicchè il termine $23 + \frac{0{,}00155}{i}$ si vede più spesso ridotto alla costante 25, oppure 26 (1).

L'attenzione si concentra sul valore n assunto fra i limiti $0{,}010 \div 0{,}014$. Notevole al riguardo è l'analisi di n nelle opere inglesi e americane, nel pregiato testo del Flynn sopratutto. Ivi è consigliato:

$n = 0{,}010$ per i condotti tubolari in cemento puro.
$n = 0{,}011$ per i condotti in cemento con un terzo di sabbia, per la ghisa coi giunti in perfette condizioni e per le superfici analoghe.
$n = 0{,}012$ valore più corrente per tubi di ghisa usata.
$n = 0{,}013$ » » valore conveniente a grado maggiore di scabrezza e ad esecuzione più trascurata.

Analoga analisi fa il Garret in tavole diffuse. Il Flamant indica i valori $n = 0{,}011$ $n = 0{,}012$ come convenienti ai tubi di ghisa in servizio corrente (2).

---

(1) Christen, *Das Gesetz der Translation des Wassers* . . . Lipsia, 1903.
Flynn, *The Flow of Water* . . . S. Francisco, 1892.

(2) Garret, *Hydraulic Tables*. Londra, 1909.
Flamant, *Hydraulique*, III edizione, 1909.

Calcoliamo qui i valori di c per $n = 0{,}012$ e $n = 0{,}013$.

Nel calcolo di c della formola generale Kutter il fattore i di minima influenza su c è ritenuto 0,5 per 1000: vi sono tenuissimi aumenti di c per cadenti maggiori, come lo sono ordinariamente nelle applicazioni che riguardano l'Acquedotto Pugliese.

	$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
per $n = 0{,}012$	$c =$	53,7	59,0	63,0	66,0	68,0
per $n = 0{,}013$	$c =$	48,3	53,5	57,5	60,3	62,5
La scala suggerita $\gamma = 0{,}23$:						
	$c =$	50,4	54,6	57,5	59,6	61,3

sensibilmente equivale alla scala di Kutter con $n = 0{,}013$, che corrisponde alla valutazione sfavorevole suaccennata. Coincide per $d = 0^m,80$, diametro di particolare interesse per il sifone Leccese: è un po' più bassa nel senso cioè di dare un maggior margine di garanzia per $d > 0^m,80$. Viceversa per $d < 0^m,80$.

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Sul calcolo statico delle vasche per gazometri [1].

Per il calcolo delle vasche in lamiera dei gazometri è usualmente indicata la formula:

$$d = \frac{H R}{s \times \varphi} \qquad [1]$$

ove $H =$ distanza verticale fra l'orlo superiore della vasca (che si suppone completamente riempita) e l'anello di lamiera considerato

$R =$ raggio della vasca.
$s =$ resistenza ammessa per la lamiera.
$\varphi =$ coefficiente di riduzione per tener conto dell'indebolimento causato dalle chiodature.
$\gamma =$ densità del liquido contenuto nella vasca.
$d =$ spessore della lamiera alla quota considerata.

Tale formula si deduce considerando la vasca come costituita da una serie di anelli sovrapposti l'uno slegato dall'altro e sollecitati dalla pressione idrostatica: in altre parole considerando una porzione di anello di altezza unitaria posto alla quota H dall'orlo superiore della vasca, si ha che le tensioni interne trasversali fanno equilibrio alla spinta idrostatica impedendo una rottura secondo un piano diametrale: per $\varphi = 1$ o $d = Fa =$ sezione dell'armatura metallica che sola resiste agli sforzi di tensioni, si ha la formula adatta per il calcolo delle vasche in cemento armato.

Tale ipotesi non tiene calcolo delle condizioni d'incastro della parete verticale sul fondo, incastro che può ritenersi alquanto imperfetto nelle costruzioni metalliche, quasi perfetto nelle costruzioni in cemento armato.

---

(1) Dalla Rivisa *Il Gas*, anno IX, n. 103.

Il chiarissimo prof. M. Panetti in un suo « *Studio statico dei serbatoi cilindrici in ferro e cemento armato* » fa una brillante trattazione della questione indicando un metodo di risoluzione analitica ed una grafica dell'interessante problema.

È utile riassumere brevemente i risultati di tale studio, risultati che mostrano come non sempre l'applicazione della formola (1) che non tien conto delle condizioni d'incastro della parete sul fondo sia sufficiente, ma come per aver piena garanzia di stabilità occorra, nel calcolo, tener conto delle vere condizioni statiche del serbatoio.

Per il calcolo statico d'un serbatoio cilindrico, anzichè studiare le condizioni di stabilità di anelli slegati sovrapposti l'uno sull'altro ed ottenuti con sezioni piane ideali parallele all'orlo superiore della vasca, devesi studiare la deformazione d'una striscia elementare ottenuta con due sezioni piane verticali per l'asse della vasca e infinitamente vicine « *come se si trattasse di una trave elastica soggetta ad un carico che risulta dalla differenza fra il diagramma delle pressioni applicate dall'esterno e quello che rapsenta i valori delle reazioni elastiche* ».

Da tale studio risulta che l'ordinata massima della curva meridiana della superficie elastica, il massimo rigonfiamento cioè che la parete subisce a causa della pressione idrostatica, si trova ad un livello che è, quali siano le condizioni di vincolamento al piede, tanto più basso quanto maggiore è il rapporto caratteristico

$$\frac{H}{\sqrt{d\,R}} \qquad [2]$$

« *Tale massimo rigonfiamento è di un ordine di grandezza enormemente maggiore delle deformazioni elastiche sofferte dalla bocca libera, la quale si può quindi riguardare come assolutamente rigida, sicchè l'aspetto della parete deformata è quella di un orciuolo a bocca stretta e corpo rigonfio presso la base* ».

A parità di valore del rapporto caratteristico [2] l'ordinata massima della curva elastica nel caso dell'incastro perfetto è minore e si verifica più in alto che negli altri casi. La sollecitazione massima trasversale del materiale della parete si verifica in detta zona di massima rigonfiamento ed è minore che non sia quello indicato dalla [1] per il fondo della parete del serbatoio, ma spesso superiore a quello che la stessa formula indica per il livello al

quale veramente si verifica: la [1] quindi serve per il calcolo del massimo della sollecitazione trasversale, ma siccome non dà alcuna indicazione del livello preciso ove si ha tale massimo, può indurre a dimensioni insufficienti.

Considerando, p. es., una vasca delle dimensioni $R = 20$ m. $H = 8$ m. formata di otto anelli di lamiere dello spessore a partire dal fondo di mm. 25-22-19-16-13-10-7-4 cioè tali da soddisfare ampiamente la formula [1] per $s = 1000$ kg. cm² e $\varphi = 0,65$ si ha il livello nel quale si verifica il massimo rigonfiamento nel caso del semi incastro, che è il più probabile, a 0,9944 dal fondo in prossimità della chiodatura e il cimento del materiale viene del 3 % superiore a quello fissato.

Occorre verificare ancora la resistenza longitudinale della parete: i massimi della sollecitazione della parete si troveranno uno al piede della parete e l'altro ove si verifica il massimo geometrico del momento flettente che è tanto più grande e si verifica tanto più in basso quanto meno è perfetto l'incastro e varia poco col variare delle dimensioni del serbatoio: nella ipotesi del semi incastro, detto massimo è molto inferiore al momento sollecitante la parete al piede, momento quest'ultimo che dà una sollecitazione tutt'altro che trascurabile.

Per il caso, ad es., di un serbatoio di $R = 8$ $H = 4$ con pareti di mm. 6.5-5-5.5-3.5, cioè soddisfacenti ampiamente alla [1] per $s = 800$ e $\varphi = 0.64$, si ha al piede una sollecitazione di 902 kg. cm² nel caso del semi-incastro e di kg. 1804 nel caso dell'incastro perfetto.

I risultati di cui sopra dimostrano che lo studio statico dei serbatoi cilindrici, tenendo calcolo dei vincoli delle pareti sul fondo, può in generale dare indicazioni assai utili in alcuni casi di serbatoi in lamiera; quando però si abbondi nelle dimensioni dell'ultima lamiera la formula [1] può dare indicazioni abbastanza approssimate, poichè nel maggior numero dei casi, quando cioè il rapporto caratteristico [2] è abbastanza alto, il massimo della sollecitazione trasversale non esce fuori dalla prima lamiera e poichè difficilmente si verifica l'incastro perfetto che è la condizione peggiore per il cimento della parete al piede.

Il metodo di calcolo rigoroso indicato diviene invece indispensabile per le vasche in cemento armato, sia perchè essendo sempre basso il rapporto caratteristico [2] il livello del massimo rigonfiamento trovasi assai lontano dal fondo, tanto più per un incastro perfetto che facilmente si verifica. Occorre inoltre disporre le ar-

mature metalliche, che sole devono resistere agli sforzi di tensione, nelle regioni ove essi sforzi si verificano e cioè occorre determinare il punto ove il momento flettente cambia di segno per armare rispettivamente la parete verso la faccia interna od esterna del serbatoio: l'ing. Panetti indica una disposizione speciale dei ferri a tale effetto, disposizione che ha coperto di brevetto di privativa.

La resistenza agli sforzi di taglio, che è sempre esuberante nei serbatoi metallici, sicchè non è indispensabile eseguire calcoli di verifica al proposito, è invece nei serbatoi in cemento affidata alle sole armature metalliche e deve sempre farsi il calcolo di stabilità anche per tale sollecitazione.

Il citato studio dell'ing. Panetti, oltre ad un assai interessante procedimento grafico, fornisce anche tabelle dalle quali con opportune interpolazioni si possono avere facilmente i dati per il calcolo dei serbatoi, calcolo che riesce nè lungo, nè difficile; è ad augurarsi quindi che tale procedimento sia seguito dai costruttori che devono valersi per le loro pratiche applicazioni di tutti quei suggerimenti che la scienza fornisce per garantire la stabilità massima delle costruzioni compatibile con il minimo dispendio di materiale.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, *Gerente*.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 8 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 30 Aprile 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8º di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Il proprietario di un brevetto per la costruzione di una

MACCHINA IMPASTATRICE

a due braccia il cui funzionamento non presenta alcun pericolo sarebbe disposto a cedere le licenze di fabbricazione od a vendere il suo brevetto.

CONTRAFFAZIONE IMPOSSIBILE.
BUONE REFERENZE. — NUMEROSE MEDAGLIE.

Offerte alla cifra **Z. E. 3830** a agenzia di pubblicità
RUDOLF MOSSE - Zürich (Svizzera).

CAPITALE VERSATO L. 600.000

Sede in MILANO: Via Castelfidardo, 7

FILIALI:

GENOVA: Via Consolazione, 7 R
FIRENZE: Via Orivolo, 39
TORINO: Corso Oporto, 21

— SOCIETÀ ANONIMA —
FORNITURE ELETTRICHE

Importazione e deposito di materiale elettrico

LAMPADE AD INCANDESCENZA - CONDUTTORI
ISOLATORI IN PORCELLANA PER ALTO E BASSO
POTENZIALE - VETRERIE COMUNI E DI LUSSO
CARBONI PER ARCHI

Lampade a filamento metallico
" Z ., - Economia 75 % - **" Philips ,,**

RAPPRESENTANZE GENERALI PER L'ITALIA:

Istrumenti di misura
Apparecchi per quadri — Dr. P. MEYER A. G. - BERLINO

VENDITA ESCLUSIVA per TUTTA L'ITALIA
del materiale brevettato contro le frodi.

SECURITAS - Lampade-Portalampade-Commutatori - SECURITAS

VENDITA ESCLUSIVA PER L'ITALIA
DEI
Limitatori di corrente
brevetto " MAZZUCCONI ,,

Merce sempre pronta

La **ROMAPAC TRAMWAY CONSTRUCTION COMPANY LIMITED**, a *Leeds* (Inghilterra), concessionaria del brevetto italiano Vol. 231, N. 25 Reg. Att. e N. 82801 Reg. Gen., per il trovato avente per titolo:

Nuovo dispositivo per fissare la parte superiore o portante delle rotaie composte da tramway sulla base,

è disposta a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

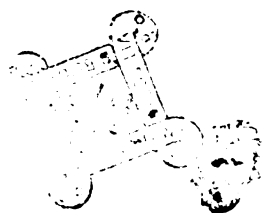
Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero,* della
Ditta Ing. Barzanò e Zanardo
Via Bagutta, 24 - Milano.

PER LE VETRERIE.

La **TREUHAND VEREINIGUNG ACTIEN-GESELLSCHAFT**, a *Berlino*, cessionaria del brevetto italiano Vol. 210, N. 199 Reg. Att. e N. 77616 Reg Gen., per il trovato avente per titolo:

Machine à fabriquer les articles en verre creux,

è disposta a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero,* della
Ditta Ing. Barzanò e Zanardo
Via Bagutta, 24 - Milano.

Il nuovo mercato frutta e verdura della città di Milano

(Colle tav. dalla 1 alla 5).

Da tempo era sentito per Milano il bisogno di un mercato coperto per la vendita all'ingrosso della frutta e verdura in sostituzione dell'attuale mercato che si tiene all'aperto lungo le strade in Verziere ed in corso di Porta Vittoria; da tempo si erano levate insistenti lamentele per le infelici condizioni di quelle strade-mercato. Tale mercato che si inizia nelle primissime ore della giornata e dura generalmente fino a mezzodì, causando inciampi alla viabilità, si svolge anche in condizioni igienicamente disastrose: durante il mercato, a grave stento e con gravi pericoli si esercita il tram di P. Vittoria, è pressochè impedito il passaggio agli altri veicoli ed anche per quelli destinati al trasporto della frutta e verdura manca lo spazio perchè possano agevolmente circolare; è quasi impossibile di accedere alle case laterali. Inoltre la merce è per la maggior parte disposta sul selciato stradale, manca di ogni riparo dalle intemperie e dal sole, fino a tarda ora non vi è modo di spazzare i rifiuti, nè, per la mancanza di impianti e per la natura della pavimentazione stradale si può procedere alla nettezza ed alla lavatura del suolo. A ciò si aggiunge che i numerosi carri che servono pel trasporto della merce al mercato vengono malamente collocati lungo le strade adiacenti a quelle sulle quali si tiene il mercato portando anche in queste disturbi non lievi, e le bestie da tiro dei carri vengono ricoverate in modo disordinato e farraginoso nelle stalle affatto inadatte, nei portici e cortili delle case limitrofe al mer–

cato, dando luogo a miasmi ed a pericoli gravissimi di infezioni.

Per ovviare a tali inconvenienti da molti anni si era pensato dall'Amministrazione Comunale di istituire un apposito mercato ed anche da enti privati, vari progetti erano stati presentati per la costruzione di un mercato regolare: tutti questi progetti furono respinti sia perchè per alcuni erano state scelte località non ritenute opportune, sia perchè si esitava ad affidare il mercato alla speculazione privata che richiedeva la concessione per un lungo numero di anni.

Fu discussa dall'Amministrazione Comunale anche la convenienza di istituire diversi mercati in diversi punti della città in luogo di un unico mercato all'ingrosso, ma per non urtare soverchiamente contro le tradizionali abitudini degli ortolani e dei negozianti di frutta e verdura e dei consumatori si ritenne più opportuna la costruzione di un unico mercato e in località non troppo lontana da quella nella quale si svolge l'attuale mercato all'aperto. Per il mercato ora costrutto fu scelta un area adatta all'ex fortino di P. Vittoria divisa in due appezzamenti dei quali il più ampio di 73805 mq. per il vero mercato, cioè per le tettoie per posteggi pei magazzini e servizi diversi inerenti; e l'altra di mq. 9563 per stalle, depositi carri, alloggi, dormitori, ecc. La fig. 6, rappresenta la planimetria schematica del nuovo mercato; l'area destinata ai fabbricati del mercato è tutta separata dalle strade limitrofe mediante muro di cinta sormontato da cancellata.

Nello studio del progetto si tenne conto principalmente delle inveterate locali consuetudini e per le quali il mercato viene principalmente esercitato da tre sorta di venditori e cioè:

1.° Dai negozianti che esercitano il mercato della frutta e della verdura all'ingrosso e che ritirano la loro merce per la maggior parte dallo scalo ferroviario. Per questi occorrono magazzini e posteggi sotto tettoie *A A*... per l'esposizione della merce e come appare nella planimetria vennero predisposti verso la parte esterna del mercato.

2.° Dai produttori che dalle campagne prossime alla città portano con carri i loro prodotti al mercato ove ne curano direttamente la vendita. Per l'esposizione di questi occorrono dei semplici posteggi e serviranno le tettoie segnate *B B*... nel tipo: parte di queste tettoie serviranno per mercati temporanei.

3.° Dai rivenditori, comunemente detti raccattatoni che com-

perano dal negoziante all'ingrosso per rivendere al minuto agli ortolani che si recano al mercato pei loro acquisti. Serviranno per questi, i posteggi sotto le tettoie centrali *C C...* che hanno anche magazzini sotterranei necessarii per quei rivenditori che non potessero vendere in giornata tutta la loro merce; parte di questi magazzini potranno anche servire per produttori e per piccoli negozianti. Dovendosi provvedere inoltre ai locali pei custodi con abitazione in luogo, ufficio di direzione, di sorveglianza sanitaria e

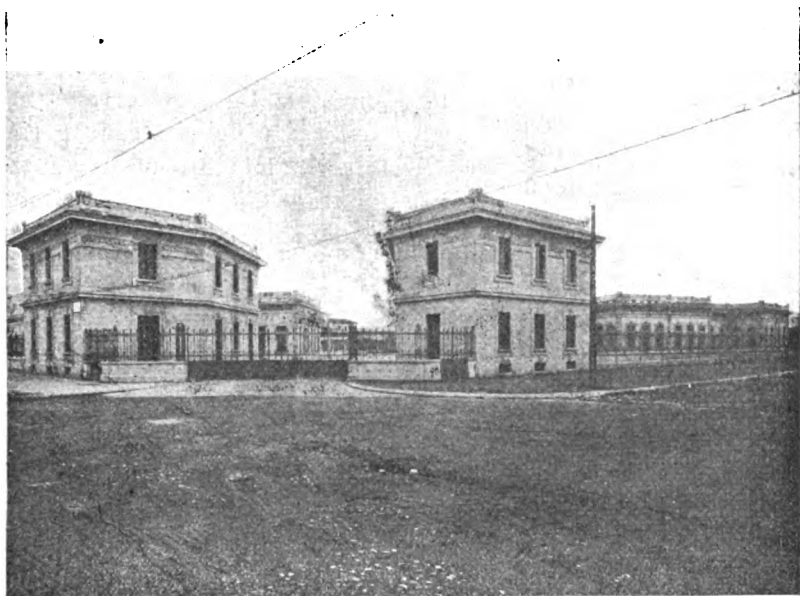



Fig. 1. — Uno degli ingressi al mercato.

sorveglianza urbana, di posta e telegrafo, pesa a ponte, posti per soccorsi d'urgenza, sala di riunione con caffè, impianto di latrine ed altri servizi, ecc., vennero all'uopo costrutti diversi edifici ed edicole, come segnato nella planimetria.

Data la vicinanza di uno scalo merci ferroviario non si è voluta trascurare la possibilità di raccordare direttamente il mercato collo scalo con apposito binario destinando parte dell'area del mercato (circa 5500 mq.) a speciale scalo per la frutta e verdura: nel caso si volesse rinunciare a tale raccordo l'area destinatavi potrà venire occupata con altri magazzini ed altre tettoie in relazione all'eventuale sviluppo del mercato.

Come appare dalla planimetria, tav. 2, i magazzini per negozianti che a mercato ultimato saranno in numero di 64 sono disposti a semicerchio nella parte a nord del mercato e si prolungano rettilinei sul lato orientale.

Addossati ai magazzini verso l'interno del mercato trovansi i porticati destinati a posteggio sostenuti da pilastri e chiusi nella parte superiore da vetrate (veggansi figure tav. 3). I pilastri verso la parte esterna portano delle mensole in ferro per una pensilina sporgente per due metri e che ricopre il marciapiede riservato al pubblico; ogni negoziante può disporre davanti al proprio magazzino di un'area coperta di circa 50 mq. per esporre la merce.

I magazzini constano ognuno di pianterreno e sotterraneo e si può accedervi dalle tettoie dei posteggi e dalle strade perimetrali che corrono fra il muro di cinta del mercato ed i magazzini stessi; ed essendo il piano di dette strade più basso di un metro da quello delle strade del mercato si può introdurre direttamente la merce non solo nei locali a terreno ma anche nei locali sotterranei; a questi dai magazzini a terreno si può pure accedere mediante scale (una scala ogni due magazzini). La parte posteriore dei magazzini può così destinarsi esclusivamente al ricevimento della merce, quelle verso l'interno del mercato all'esposizione ed alla vendita.

Come appare dalla planimetria della tav. 2, si alternano magazzini di grandi e piccole dimensioni (fra i 40 e 100 mq.) per poter soddisfare alle esigenze dei negozianti che esercitano un commercio di maggiore o minore importanza; tale disposizione ha permesso di avere lungo le strade perimetrali del mercato dalle quali come si è detto si farà lo scarico delle merci dai carri ai magazzini, dei piazzaletti assai convenienti per la sosta dei carri stessi.

Tutti i magazzini anche nei muri divisori, sono muniti di ampie finestre con inferriate che assicurano un'abbondante ventilazione naturale completata poi nei sotterranei, dove più ne è sentito il bisogno, da finestre che si aprono verso un corridoio formante intercapedine sotto il porticato per tutta la lunghezza dei magazzini; questa specie di galleria sotterranea ha anche permesso di collocarvi convenientemente le tubazioni e cavi per distribuzione d'acqua, gas e luce elettrica, ecc.

I magazzini sono costrutti in muratura di mattoni, con zoccoli, lesene, contorni, porte e finestre, cornici in pietra di cemento

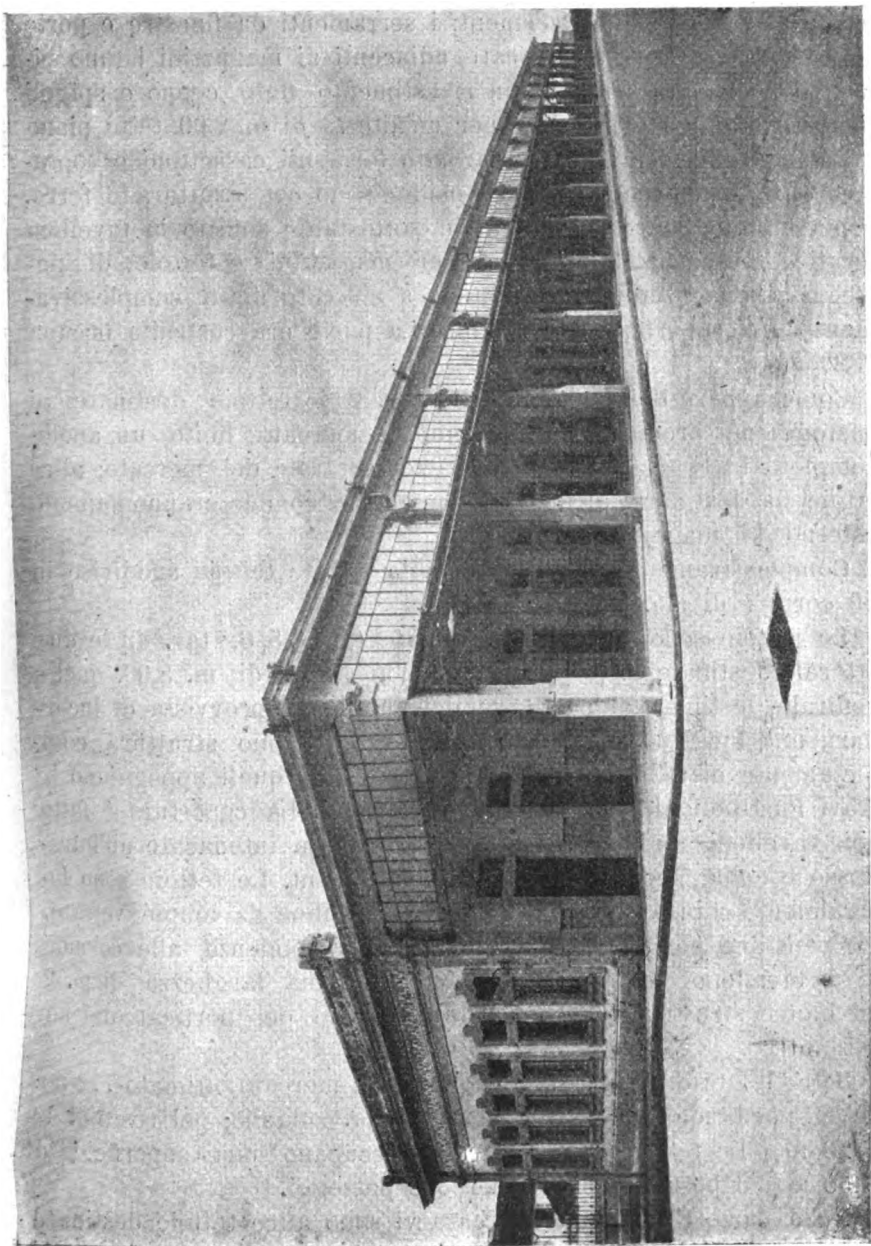



Fig. 2. — Magazzini e tettoie di posteggio pei negozianti.

finto ceppo; i solai di separazione fra piano terreno e sotterranei sono in cemento armato a travi e solette, calcolati per un sovraccarico di 800 kg. al mq.; il tetto piano è pure in cemento ar-

mato a travi e solette con rivestimento interno in laterizii cavi e soprastruttura in holtzcement; i serramenti da finestre e porte sono tutti in ferro. I porticati adiacenti ai magazzini hanno pilastri in cemento armato con rivestimento finto ceppo e spigoli in ferro alla parte inferiore per un'altezza di m. 2.00; tetto piano a travi e solette in cemento armato formanti cassettoni e soprastruttura in holtzcement. Le pensiline sono con struttura in ferro, copertura in lastre di stabilit, e sottostante soffitto in tavelloni forati e intonacati. I fabbricati per magazzini e tettoie di posteggi pei negozianti occuperanno a mercato finito complessivamente una superficie di 9130 mq. La parte ora costruita occupa 7320 mq.

Come appare della planimetria tav. 2 le tettoie destinate ai posteggi pei produttori formeranno a mercato finito un anello completo fra i magazzini e la parte centrale del mercato; altre tettoie da destinarsi ai mercati temporanei completeranno l'anello esterno dei magazzini.

Complessivamente l'area coperta da queste tettoie suddivise in 10 corpi è di mq. 17350.

Le tettoie sono tutte a tre campate (fig. 4, 5, 6, tav. 4); le due laterali destinate ai posteggi hanno una luce di m. 8,00; quella centrale destinata al passaggio del pubblico e provvista di lucernari, una luce di m. 5,00. Queste tettoie hanno struttura completamente metallica: colonne in ghisa sulle quali appoggiano le travi longitudinali che portano le capriate. La copertura è fatta con tavelloni forati formanti camera d'aria intonacate all'intradosso e colla soprastruttura in holtzcement. Le tettoie sono lateralmente chiuse fino all'altezza delle pensiline da ampie vetrate. Le pensiline portate da mensole in corrispondenza alle colonne si protendono verso i marciapiedi per una larghezza di m. 2 ed hanno struttura identica alle pensiline dei porticati dei negozianti.

Sotto le tettoie potranno distribuirsi a mercato ultimato 772 posteggi per la massima parte di 12 a 14 mq. cadauno; pel resto di 14 a 20 mq. Le tettoie ora costruite occupano una superficie di 8450 mq. e possono servire per 338 posteggi.

Nella parte centrale del mercato vi sono altre tettoie destinate ai rivenditori (fig. 1, 2, 3, tav. 4), rialzate sopra il piano del mercato di m. 0,80 le quali costituiscono due ali a V e come struttura non differiscono dalle precedenti. Queste occupano complessivamente 2870 mq. e vi è posto per 110 posteggi dei quali

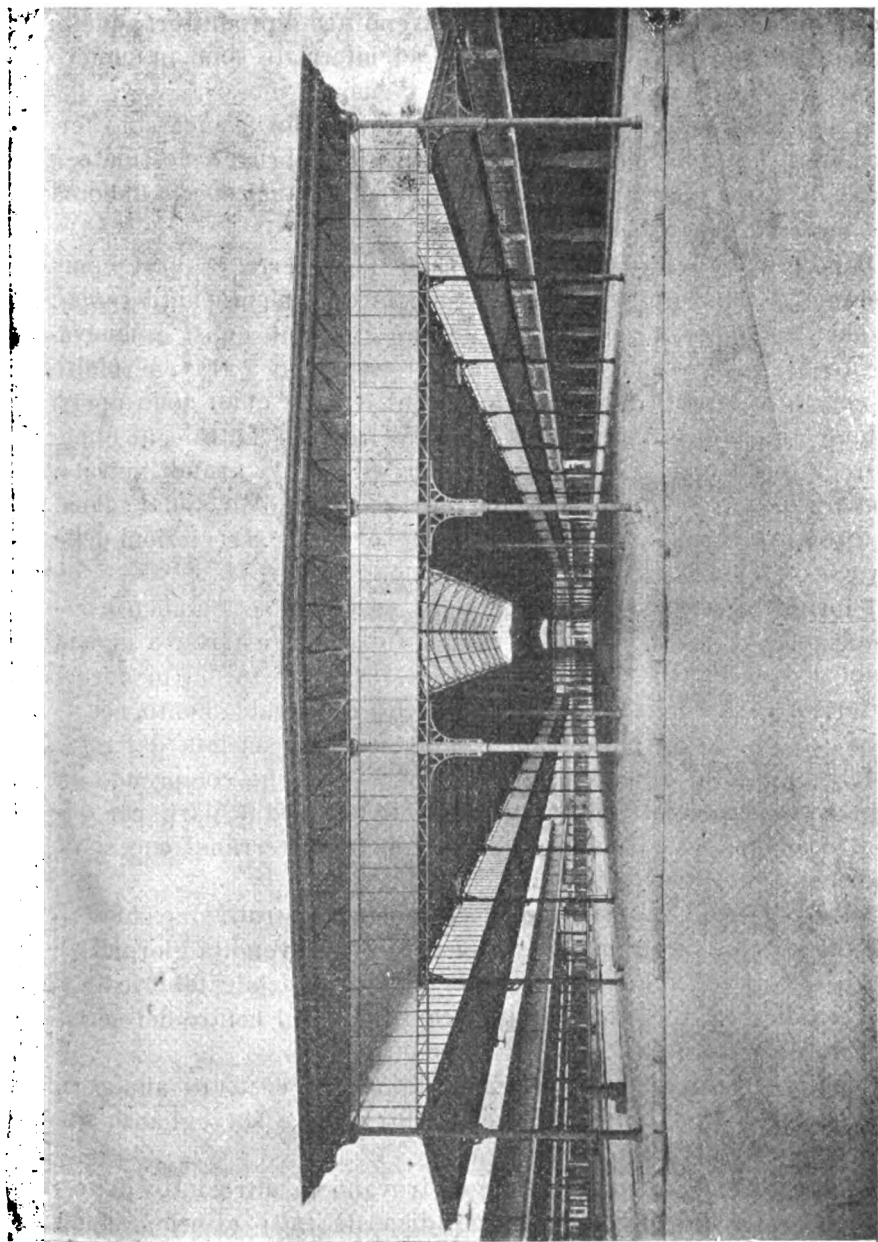



Fig. 3. — Tettoia pei produttori.

80 di mq. 12.40 di superficie, gli altri di superficie variabile da 10 a 27 mq.

Queste tettoie vennero tenute rialzate dal piano del mercato

per dare luce mediante finestre aperte nello zoccolo ai sottostanti locali da adibirsi a magazzini per rivenditori e produttori; questi magazzini suddivisi mediante muri ed inferriate sono in numero di 82, di superficie variabile da 7 a 15 mq.

A sud delle tettoie centrali e nel centro del semicerchio formato dalle tettoie pei produttori sorge il fabbricato destinato a luogo di ritrovo per la trattazione degli affari, una specie di borsa del mercato, con annesso caffè.

Il fabbricato rialzato, nella sua parte fuori terra è quasi completamente costruito in pietra artificiale di cemento finto ceppo; al disopra dello zoccolo e nell'interno si hanno quasi esclusivamente dei pilastri che sostengono il tetto piano a travi e solette in cemento armato formanti cassettoni e nelle quali sono aperti cinque ampi lucernari; si ha così un salone centrale al quale corre attorno una specie di porticato chiuso da grandi vetrate. Con tramezze, costituite tutte da vetrate, restano divisi dal salone di ritrovo centrale, altri locali pel caffè e per le associazioni delle diverse categorie di utenti del mercato.

I locali di servizio pel caffè sono posti nel sotterraneo e comunicano col piano rialzato a mezzo di scale esterne e di una scala a chiocciola e montacarichi interni; il resto del piano dei sotterranei è in parte adibito al servizio di riscaldamento, ecc.

La parte nord del sotterraneo completamente isolata dal resto e dalla quale si accede direttamente dall'esterno comprende un ampio locale per latrine, lavabi, ecc., diviso in due parti per uomini e donne; esso è del tipo dei gabinetti sotterranei che si va costruendo in altre parti della città.

Ad uso latrine vennero provvisoriamente costruiti due chioschi *F F* (fig. 6) che serviranno anche per edicole di vendita giornali od altro; questi verranno poi sostituiti con altro speciale fabbricato *F* da costruirsi a nord delle tettoie centrali e nel centro del semicerchio formato dalle tettoie dei produttori.

Come si è già detto diversi altri fabbricati costruiti alla periferia del mercato serviranno per la direzione e sorveglianza sanitaria e urbana, posta e telegrafo.

I fabbricati destinati a stalle si trovano in altro lotto di terreno separato dal mercato e sono disposti tutti attorno ad un ampio cortile in parte coperto; questi fabbricati fronteggiano esternamente le vie Bezzecca, Cadore, Anfossi ed Anzani.

Gli ingressi pei carri sono situati: due di fronte al mercato in via Cadore, uno in via Anzani, ed uno in via Anfossi; due altre entrate sono riservate ai pedoni (tav. 5).

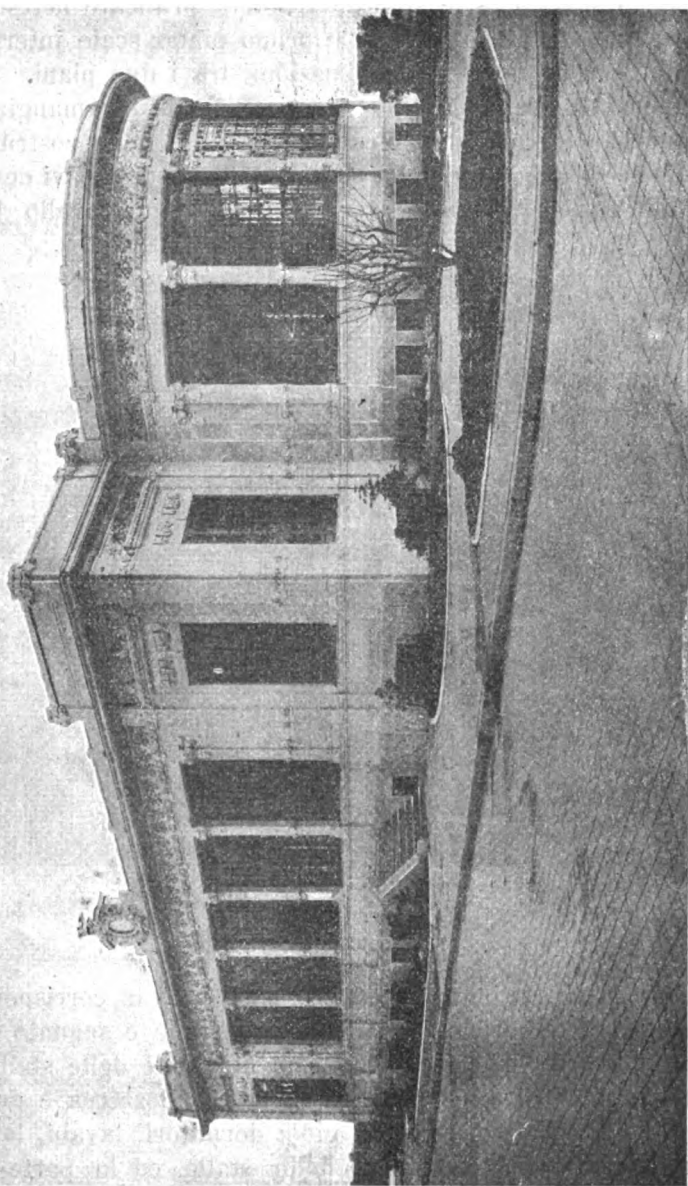



Fig. 4. — Locali di riunione e caffè.

Le stalle con soprastanti fienili formano cinque corpi di fabbricati perimetrali divisi in più locali con tramezze che si ripetono al piano dei fienili; in questi però, ogni locale è perfettamente separabile dai locali vicini in caso di incendio con porte tagliafuoco. Il carico del fieno si fa da appositi terrazzini provvisti di

gru; lo scarico nelle stalle, da botole praticate nel solaio di separazione tra piano terreno e primo piano; scale interne a chiocciola servono per le comunicazioni fra i due piani.

Le scuderie sono del tipo a corsia centrale con mangiatoie lungo le pareti e vi troveranno posto 500 cavalli; nella costruzione delle stalle si tenne conto della brevità della sosta che vi devono fare i cavalli e perciò venne assegnato per ogni cavallo la posta di

Fig. 5. — Fabbricati per stalle.

un metro; i battifianchi vennero posti solo in corrispondenza agli ingressi. Il fabbricato adiacente alle stalle e segnato *T* nel tipo (fig. 6), servirà per il custode e la direzione delle stalle.

Il corpo *N* di fabbricato verso la via Bezzecca è destinato invece per i locali di servizio cioè: dormitori, lavabi, latrine, ecc., per una trattoria a servizio delle stalle, ed in parte anche per gli uffici di un mandamento di sorveglianza urbana.

I fabbricati delle stalle nonchè tutti gli altri destinati ai servizi suaccennati sono costruiti in muratura di mattoni, con lesene, contorni di porte e finestre, cornici, ecc., in pietra artificiale di cemento finto ceppo: il solaio di separazione fra piano terreno e primo piano è calcolato per un sovraccarico di 500 kg.

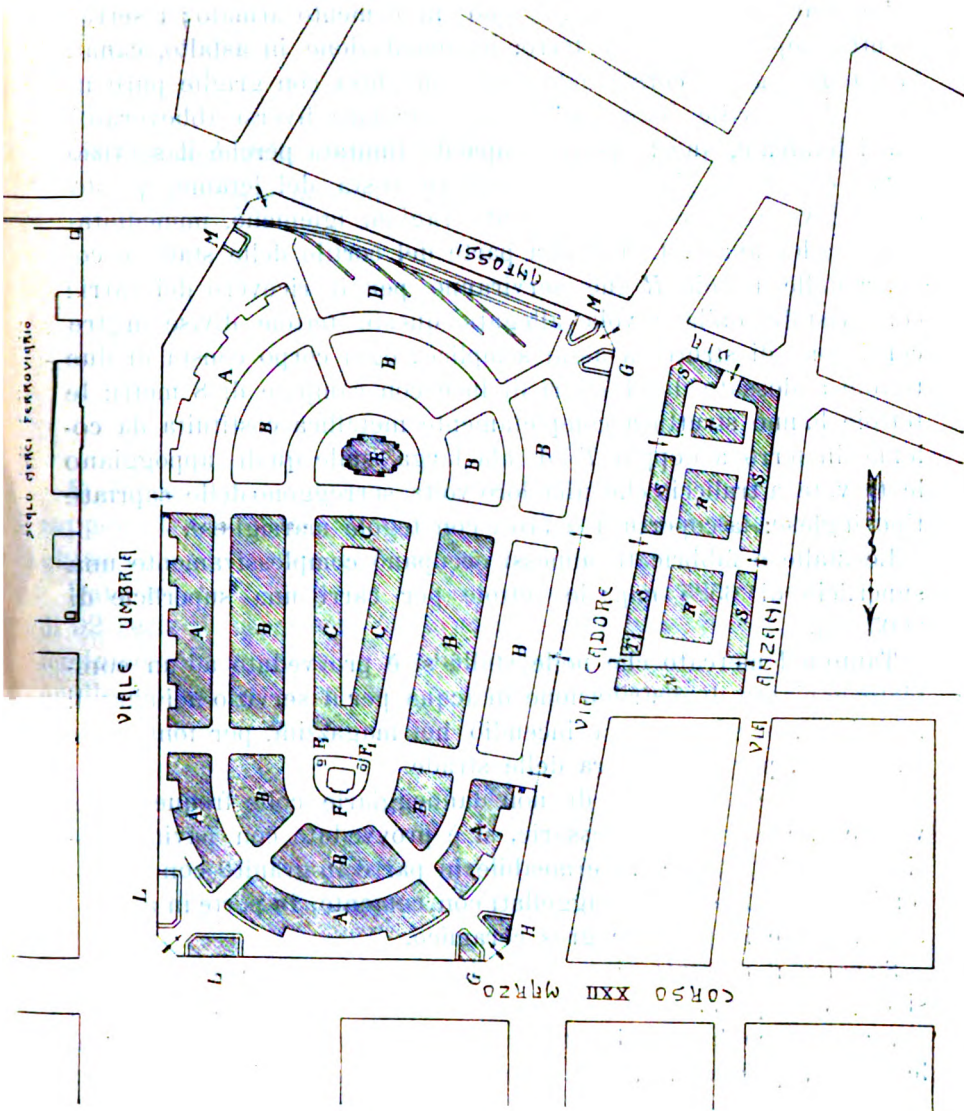



Fig. 6.

A, Magazzini e tettoie per negozianti. B, C, Tettoie per produttori e rivenditori. D, Scalo ricevimento merci. E, Sale di riunione e caffè. Latrine sotterranee. F, Chiosco per latrine, buvette, ecc. (F_1, F_1, Chioschi provvisori per latrine). G, Custode. Pesa. H, Direzione mercato, L, Sorveglianza. Posta e telegrafo. Posti di soccorso, ecc. M, Ufficio Scalo. S, S, Stalle con sovrastanti fienili. R, R, Tettoie per deposito carri. T, Custode e direzione stalle. N, Dormitori. Lavabi, Trattoria, ecc. (Sono tratteggiati i fabbricati ora costrutti).

per mq. ed il tetto piano, sono in cemento armato con travi ad interasse di circa m. 2.85 e solette rivestite internamente da laterizi cavi; la soprastruttura del tetto è in holtzcement.

Le mangiatoie delle stalle sono in cemento armato; i serramenti completamente in ferro; pavimentazione in asfalto, canali di scolo lungo le corsie delle stalle in ghisa con griglie pure in ghisa. Nel cortile delle stalle sono distribuiti diversi abbeveratoi e sei letamaie, queste però di capacità limitata perchè il servizio dovrà effettuarsi in modo da evitare sosta del letame; questo dovrà invece essere, per evidenti ragioni igieniche, immediatamente allontanato. Una buona parte del cortile delle stalle è coperta dalle tettoie *R* che serviranno per il ricovero dei carri: come risulta dalla tavola allegata queste tettoie divise in tre corpi sono di struttura assai semplice: ogni corpo consta di due tettoie addossate di 11 metri di luce con campate di 8 metri: le tettoie hanno struttura completamente metallica costituita da colonne in ferro a doppio *T* ad ala larga sulle quali appoggiano le travate a traliccio che alla loro volta sorreggono delle capriate tipo inglese: la copertura è fatta con tegole marsigliesi.

Le stalle e fabbricati annessi occupano complessivamente una superficie di 6525 mq.: le tettoie per carri una superficie di 2605 mq.

Tanto nel mercato che nelle stalle si è provveduto ad un completo impianto di distribuzione di acqua per il servizio nei singoli fabbricati, per bocche da incendio nei magazzini, per fontanelle ed idranti, per la lavatura delle strade.

Per queste, allo scopo di non danneggiarle colle frequenti lavature che saranno necessarie, si è provveduto con pavimentazione completamente impermeabile in parte in granito con sottofondo in bèton e giunti suggellati con cemento, in parte in asfalto compresso e in parte in grès ceramico.

Siccome il mercato si svolge nelle primissime ore del mattino si è dovuto provvedere anche ad una abbondante illuminazione; per avere una buona ripartizione di luce sotto le tettoie e lungo le strade, questa è fatta con numerose lampade ad incandescenza.

G. S.

Sul calcolo delle condotte forzate, metalliche e di cemento per la rete dell'Acquedotto Pugliese

Ing. GAUDENZIO FANTOLI

(Continuazione e fine, vedi N. 7)

8. — Occorre tornare sulla *formola Flamant* per lo studio dei rapporti tra la scala adottata $\gamma = 0{,}23$ per le tubazioni usate di ghisa e le altre scale pure diffuse nella pratica più ponderata.

Data nel 1892 (*Annales P. C.*) con un copiosissimo materiale di 92 serie di esperienze (dalle antiche di Dubuat, Bossut, a quelle fondamentali di Darcy, a quelle tedesche specie dell'Iben ed a quelle inglesi ed americane) la relazione Flamant conclude a stabilire nella formola tipo $R\,i = b\,v^2$

$$b = \frac{a}{\sqrt[4]{d\,v}}.$$

Dove: $a = 0{,}00013 \div 0{,}00015$ tubi lisci piombo, latta; 0,000185 ghisa nuova; 0,00023 ghisa in servizio.

E poichè $b = \frac{1}{c^2}$ si ottiene $c = \frac{1}{\sqrt{b}} = \frac{\sqrt[8]{d \cdot v}}{\sqrt{a}}$.

Collo stesso diametro e natura del tubo, il valore c varia dunque colla velocità come $\sqrt[8]{v}$. Cioè

per $v =$	$1^m{,}00$	$0^m{,}70$	$0^m{,}50$	$0^m{,}30$
$\sqrt[8]{v} =$	1.00	0,955	0,917	0,860

Anche fra i limiti di v da $0^m{,}50 \div 1^m{,}00$ che qui più interessano è notevole l'influenza di v su c nella formola anzidetta.

Venne già fatto al paragrafo 6.° il confronto tra la scala adottata $\gamma = 0{,}23$ e la scala Flamant per $a = 0{,}00023$, anche col limite minimo di $v = 0^m{,}50$ e colla conclusione ivi esposta.

— Senonchè il chiarissimo prof. Masoni in un esame della formola Flamant suggerirebbe per *tubi grandi* la modificazione di $a = 0{,}00023$ in 0,000345 e, dopo alcune esperienze sui sifoni di Cancello, specifica ritenendo da adottarsi $a = 0{,}00023$ fino a $d = 0^m{,}70$, ed $a = 0{,}000345$ per tubi più grandi di $0^m{,}70$ (1). E poichè il coefficiente a è linearmente proporzionale alla cadente, allo stesso limite separativo $0^m{,}70$ corrisponderebbero cadenti nel rapporto 2 : 3. È facile vedere che la regola della suaccennata modificazione di a, *subordinata* com'è *alla grandezza del diametro*, conduce nell'applicarla ad una inaccettabile sconnessione dei valori c, b o β. Per esempio, con una data velocità, suppongasi di $0^m{,}50$, al diametro di $0^m{,}40$ corrisponde con $a = 0{,}00023$ il valore $c = 54{,}1$; al diametro $1^m{,}20$ corrisponde con $a = 0{,}000345$ il valore $c = 50{,}7$.

Il valore β risulta *0,00221* per il tubo di $0^m{,}40$, calcolato quindi con $a = 0{,}00023$, e $\beta =$ *0,00253* per il tubo da $1^m{,}20$, calcolato quindi con $a = 0{,}000345$, secondo la norma suaccennata.

Solo per diametro di tre metri e mezzo, $d = 3^m{,}54$, si raggiungerebbe con $a = 0{,}000345$ il valore di b che si ha con $a = 0{,}000230$ al limite separativo $0^m{,}70$. Il che nel calcolo d'una rete dà luogo ad applicazioni che non sembrano accettabili.

Per una data velocità $0^m{,}50$, limite minimo che interessa nel caso qui trattato, si calcolano diverse scale c della formola Flamant in corrispondenza ai seguenti valori della costante a, che per il Flamant è 0,00023 per la ghisa in servizio.

$a =$ 0,00023 0,00025 0,00028 0,00030 0,000345

	per valore del diametro d				
	$d = 0^m{,}40$	$0^m{,}60$	$0^m{,}80$	$1^m{,}00$	$1^m{,}20$
con $a = 0{,}00023$	$c = 54{,}1$	56,9	59,0	60,7	62,1
$a = 0{,}00025$	$c = 51{,}9$	54,6	56,6	58,3	59,6
$a = 0{,}00028$	$c = 49{,}0$	51,6	53,5	55,0	56,3
$a = 0{,}00030$	$c = 47{,}3$	49,7	51,6	53.1	54,3
$a = 0{,}000345$	$c = 44{,}1$	46,4	48,1	49,5	50,7

Gli analoghi valori per v qualunque, diverso da $0^m{,}50$, si hanno com'è ovvio moltiplicando i precedenti c per

$$\sqrt[8]{\frac{v}{0{,}50}} = \sqrt[8]{2\,v}\,.$$

(1) *Bollettino Collegio Ingegneri*, Napoli, 1893. Id. 1901. E così pure il testo d'idraulica, III edizione.

Quindi per $v = 1^m,00$ il fattore è 1,09.

L'ultima scala per $a = 0,000345$ è ancora più sfavorevole della scala Lévy tubi incrostati, prolungata questa che fosse — arbitrariamente — fino ai diametri sopra considerati.

Tale modificazione gravissima del valore $a = 0,00023$ dato dal Flamant non è però giustificata dal ricco materiale sul quale appunto il Flamant ha calcolato $a = 0,00023$ e non un valore una volta e mezza più grande.

Ad ogni condizione di superficie interna della tubazione, conviene in realtà un *particolare* valore di *a;* ed il Flamant ha esplicitamente indicato di non riferirsi alla ghisa incrostata, dove per effetto della amplissima variazione possibile del grado di scabrezza, nessuna formola è applicabile in generale con un coefficiente *unico fisso.* Flamant nella memoria originale si riferisce per la scelta del valore $a = 0,00023$ alle condotte assai debolmente incrostate « ossia ricoperte di un leggerissimo deposito com'è quello che rilevasi quasi sempre trascorso un certo tempo di servizio nelle condotte d'acque *poco calcari* ». Ha supposto che le condotte da esso qualificate *condotte in servizio*, cui conviene $a = 0,00023$, siano arrivate al punto in cui l'aumento di scabrosità cessa « o diviene press'a poco insensibile ».

— Coll'applicazione del valore $a = 0,00023$ fino al diametro $0^m,70$ e di 0,000345 da $0^m,70$ in su, si verrebbe in fondo ad attribuire al *diametro* una differenza causata tutta dal diverso *grado di scabrosità* delle serie sperimentali.

Certo il valore $a = 0,00023$ è basso per la ghisa incrostata, e lo è anzi ancora l'altro 0,000345 per la ghisa molto incrostata: ma allora a *parità di condizione* e di qualità d'acqua incrostante e dovendo ad esempio progettare due tubi l'uno da $0^m,60$ e l'altro da $1^m,20$, *non solo* per $d = 0,60$ si terrà ancora 0,000345 *ma si aumenterà piuttosto:* onde tenere implicitamente conto del differente effetto relativo d'una riduzione avvenire del diametro.

9. — Il prof. Masoni ha indicati nel 1901 in appoggio alla su citata norma i risultati di quattro importanti esperienze eseguite sui sifoni del Serino dopo lungo esercizio di 16 anni. Per verità le quattro esperienze riferite a tre tubi, uno da $0^m,70$ e due da $0^m,80$ contengono forti anomalie, sia nel confronto, sia nell'analisi delle singole, non attribuibili forse che a gravi e non avvertibili differenze della scabrezza da tubo a tubo, e da tratta a tratta dello stesso tubo.

Infatti coi dati esibiti dalle quattro esperienze calcoliamo dapprima su di esse il coefficiente c di $v = c\sqrt{Ri}$ e di β in $i = \beta \frac{Q^2}{d^5}$.

	d	r	$R = \frac{d}{4}$	i	c	β
sifone da . . .	$0^m,70$	0,884	0,175	0,001074	64,5	0,00155
(sifone esterno) .	$0^m,80$	1,149	0,200	0,002195	54,7	0,00217
(id. a carico ridotto)	$3^m,80$	0,989	0,200	0,00153	56,3	0,00204
(sifone interno) .	$0^m,80$	1,167	0,200	0,002195	55,6	0,00210

Deduco pure da $c = \frac{\sqrt[8]{dv}}{\sqrt{a}}$ ossia $b = \frac{a}{\sqrt[4]{dv}}$ i coefficienti di scabrezza a competenti nella formola Flamant alle quattro esperienze di Napoli.

1) $d = 0,70$	$c = 64.5$	$b = 0,000240$	$a = 0,000213$
2) $d = 0,80$	$c = 54,7$	$b = 0,000334$	$a = 0,000326$
3) $d = 0,80$	$c = 56,3$	$b = 0,000315$	$a = 0,000295$
4) $d = 0,80$	$c = 55,6$	$b = 0,000323$	$a = 0,000315$

Il fortissimo divario tra il tubo da $0^m,70$ pel quale il valore β è solo due terzi del β dei tubi da $0^m,80$, mentre *a parità di condizioni* della superficie interna dovrebbe essere maggiore, chè in tale senso decidono molte centinaia di esperienze omogenee e tutte le formole che le utilizzano, è manifestamente dovuto a differente grado di scabrezza, ad incrostazioni, irregolarità non avvertite, ecc. Ma non pare consentito di dedurre da questo esempio non omogeneo, come norma generale e sistematica che fino a $d = 0^m,70$ conviene il coefficiente 0,00023 e per $d = 0^m,80$ ed oltre conviene 0,000345.

— Così solo le gravi differenze dell'effettivo grado di scabrezza, e non l'influenza supposta di un nuovo fattore nella perdita di carico piezometrico, fattore che sarebbe il *pendio materiale di posa* della condotta, bastano a spiegare le variazioni sperimentali enormi del coefficiente a da tratta a tratta dello *stesso* tubo. Infatti:

Denotando j tale pendio materiale o di posa della stessa tubazione da $0^m,80$, per un *primo* tratto fortemente declive $j = \frac{1}{5}$ circa, per un tratto quasi orizzontale $j = 0$, per un *ultimo* tratto

lievemente acclive $j = -\frac{57}{10600}$, le due esperienze a carico diverso sopra un tubo da $0^m,80$ diedero:

pendìo materiale di posa della condotta	$j = \frac{1}{5}$	$j = 0$	$j = -\frac{57}{10600}$	
cadente piezometrica per 1000	$i = 3{,}45$	1,84	1,23	(1.° esperimento)
id. id.	$i = 4{,}61$	2,72	1,71	(2.° esperimento)

Se si trattasse qui realmente della influenza di j su i, mai prima tenuta in conto nelle formole dei tubi, occorrerebbe mutare le espressioni di b fino ad ora note per introdurvi come essenziale il fattore j; perchè una minima acclività j basterebbe a ridurre di un terzo il valore b, ed una declività di $\frac{1}{5}$ a raddoppiarlo quasi; cosicchè può pensarsi cosa sarebbe la differenza di caduta piezometrica tra due tronchi di condotta egualmente lunghi l'uno verticale discendente, l'altro verticale ascendente.

Ma anche qui si tratta certo di differenze non avvertite o meglio non avvertibili, dell'*effettivo stato di scabrezza* lungo il percorso, e di ostruzioni, di incrostazioni più o meno complesse in corrispondenza specialmente ai giunti ed alle risvolte, con anomalie via via diminuenti tra l'origine dei sifoni ed il termine.

Nell'ultimo tratto lievemente acclive di chilometri 10,6 dove probabilmente l'incrostazione era assai ridotta e vicina in media a quei millim. 1,5 indicati dalla monografia succitata, e dove la cadente era $i = 1{,}71$ per 1000, ricavasi per il secondo esperimento del tubo da $0^m,80$:

$$e = \frac{r}{\sqrt{Ri}} = \frac{1.149}{\sqrt{0{,}20 \times 0{,}00171}} = 62{,}1 \qquad b = \frac{1}{c^2} = 0{,}000259.$$

$$\text{Da } b = \frac{a}{\sqrt[4]{d \, . \, a}} \qquad \text{ricavasi} \qquad a = 0{,}000254$$

poco diverso del coefficiente 0,000230 di Flamant.

Nel primo tratto invece lungo soli 490 metri, ritenendo l'incrosta-

zione di centimetri 1,5 indicata nella monografia, quindi $d = 0,77$ e $R = 0,1925$ si ha:

$$c = \frac{v}{\sqrt{Ri}} = \frac{1,240}{\sqrt{0,1925 \times 0,00461}} = 41,6.$$

Da qui: $b = 0,000577$ $a = 0,000570$.

Il quale valore — in confronto al valore normale $a = 0,00023$ inteso come vuole Flamant per lievissimi depositi delle acque non incrostanti — si spiega bene coll'assai diverso grado d'asperità delle incrostazioni (1), probabilmente anche più forti delle supposte e più complesse presso ai giunti, nelle risvolte, ecc., senza ricorrere alla ipotesi circa l'influenza del pendìo j nel valore di i. Tale influenza, non di terzo o di quarto ordine, come è pur ammissibile vi sia, ma di primissimo ordine sì da produrre le enormi divergenze sopra indicate, deve essere esclusa.

— Inoltre, e come conclusione, mentre ammettiamo nel fatto e caso per caso applicabile un aumento anche assai largo del coefficiente a della formola Flamant, ciò che risulta dichiarato ben nettamente del resto dalla memoria Flamant stessa, abbandoniamo come *non ammissibile* la indicata variazione di a a *norma del diametro*. Se per acque notevolmente incrostanti si ha ragione di aumentare il coefficiente a portandolo a 0,000300 ed oltre, anzichè a 0,000230, *a maggior ragione l'aumento deve essere di qualche cosa più sentito per i diametri minori della rete.*

10. — Norma pratica ben logica è quella data dal Manuale Colombo nel quale, assunta per diametri medî e grandi l'espressione di Darcy, *tubi lisci,* si prende poi per b della condotta *usata* il valore 1,25 b per acque di durezza minore di 20° *G. F.* e 1,50 ÷ 2,00 b a norma della crescente durezza delle acque e della prevista durata dell'esercizio.

— Nel caso attuale si hanno *acque limpide con limitatissimo grado idrotimetrico* (14 *G. F.*), percorrenti enormi sviluppi d'acquedotti a pelo libero prima d'arrivare ai sifoni. Onde fissando $\gamma = 0,23$ — il quale valore ricalcolato nelle quattro esperienze del Serino risulta variabile da $\gamma = 0,15$ pel tubo da 0^m,70 che è il più lungo (Km· 22,7) e non presenta le gravi anomalie sperimentali succitate, a $\gamma = 0,25$ pel tubo da 0^m,80 colle incrostazioni

(1) Vedansi specialmente le esperienze raccolte dall'Iben, *Drukhöhe und Verlust* . . ., 1880.

— si fa certo ammissione rispondente alla più larga misura di prudenza.

— Il chiarissimo ingegnere Alibrandi nell'*Ingegneria Civile*, 1895, con una acuta analisi dello stesso materiale elaborato dal Flamant riterrebbe *non provata* l'influenza della velocità v su b quindi su c; e fa dipendere c solo dal grado di asperità e dal diametro. Arriva per la *ghisa usata*, utilizzando le esperienze raccolte da Flamant, con diametri da 3 cent. a 90 centimetri, alla relazione.

$$\frac{v}{\sqrt{ri}} = 47 - \frac{3}{0,07 + r}.$$

Dove il coefficiente 3 è un valore di proposito esagerato dall'A., e corrispondente alle serie di tubazioni vecchie con depositi, per avere in pratica risultati più sicuri.

Allora c nella formola tipo assunta a confronto $v = c\sqrt{Ri}$, dove R denota sempre il raggio medio, risulta:

$$c = 1,414\left(47 - \frac{3}{0,07 + \frac{d}{2}}\right).$$

Calcoliamola da $d = 0^m,20$ ad $1^m,00$.

	$d =$	$0^m,20$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$
(Alibrandi)	$c =$	41,4	50,8	55,0	57,4	59,0

Confrontiamo colla qui proposta Bazin per $\gamma = 0,23$

$c =$ 42,8	50,4	54,6	57,4	59,6

Vi è decisa equivalenza.

Si richiama che vi è stata di proposito sensibile esagerazione nell'adottare il coefficiente 3 della formola Alibrandi e che nel caso attuale si tratta d'acque pure e di minimo grado idrotimetrico. Onde confermasi in altro modo la larghezza del computo inerente a $\gamma = 0,23$ per le condotte metalliche in questione.

Constatiamo così una volta di più col sussidio dello studio dell'Alibrandi, il quale dipende interamente dal materiale d'esperienza elaborato dal Flamant, l'analogia perfetta d'andamento del valore c nelle due scale delle condotte forzate e libere.

— Quanto alla talora contestata influenza della *velocità* v su b, che per Flamant è proporzionale a $\frac{1}{v^m}$ dove $m = 0,25$, dirò con un accenno rapido ad una speciale indagine al riguardo, che l'in-

fluenza stessa è reale ed assai marcata per tubi molto lisci pei quali m è anche maggiore di 0,25 ed arriva a 0,30; ma diminuisce presto aumentando la scabrezza; discende cioè m verso lo zero per i tubi scabri.

L'utilizzazione del materiale d'esperienze anche recentissime ci conferma insomma nella massima che vi è la variazione di m in $\frac{1}{v^m}$ fattore di b a norma del grado d'asperità, e che la variazione indicata da Osborne Reynolds e dalle formole di Unwin è vicina al vero Cosicchè è ammissibile praticamente la indipendenza di b da v per le condotte *usate* e sensibilmente rugose.

Per la *ghisa usata*, col grado d'asperità assunto, e per i limiti di applicazione che qui interessano, la variazione di b con v è meno sentita di quanto indichi il fattore di Flamant $\frac{1}{\sqrt[4]{v}}$, valutato al paragrafo 8.°; cosicchè con *queste restrizioni specifiche di applicazione* si fa dipendere qui b e quiudi c solamente dal grado d'asperità e dal diametro, come del resto la generalità delle formole, dalla formola Darcy alle recentissime formole Sonne e Christen.

11. — Un recente ed importante contributo allo studio delle condotte è quello del prof. Sonne citato al paragrafo 3.°.

Il valore di $b = \frac{1}{c^2}$ per le condotte *nuove* è dal Sonne moltiplicato per un coefficiente α maggiore di 1 onde avere il coefficiente $b_1 = \alpha\, b$ della condotta usata. Ma α non è costante, bensì gradualmente si attenua mentre il diametro cresce. Da $\alpha = 2$ per un piccolo tubo di $0^m,10$ si scende ad $\alpha = 1,10$ per $d = 1^m,00$

$d = 0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,40$	$0^m,50$	$0^m,60$
$\alpha = 2,00$	1,82	1,64	1,54	1,44	1,35
$d = 0^m,70$	$0^m,80$	$0^m,90$	$1^m,00$	$1^m,10$	$1^m,20$
$\alpha = 1,27$	1,20	1,14	1,10	1,08	1,06

I valori di α sono dedotti con attento esame dalle esperienze di Strasburgo nel confronto tra condotte nuove ed usate e da altre osservazioni che risultano dalla memoria citata.

Alla scala dei c per tubi lisci corrisponde così una scala c_1 per tubi usati, dividendo i valori analoghi per $\sqrt{\alpha}$.

Adottiamo anzitutto la scala c del Sonne per tubi lisci.

	$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
formola Sonne tubi nuovi	$c =$	59,0	61,1	62,0	62,6	63,1
» tubi usati $\frac{c}{\sqrt{\alpha}} =$	$c_1 =$	47,6	52,7	56,4	59,6	61,3

valori che sono molto diversi da quelli ottenuti col raddoppiamento di b qualunque sia il diametro (vedi paragrafo 4.º).

Questi valori c_1 del Sonne si scostano di poco in meno fino a $d = 1^m,00$ da quelli da noi ottenuti con $\gamma = 0,23$ e di poco in più per $d > 1^m,00$.

Ma per le osservazioni fatte al paragrafo 3.º, la scala c deducibile della formola di Lévy per i tubi nuovi è quella che offre il più sicuro prolungamento al di là di $d = 0^m,50$. Applicando allora a tale scala i valori α di Sonne, intesi a stabilire l'influenza dell'esercizio prolungato, a norma del diametro, si ottiene:

	$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
(tubi nuovi formola Lévy)	$c =$	62,1	64,2	65,9	67,4	68,8
tubi usati - for. Sonne-Lévy $\frac{c}{\sqrt{\alpha}}$)	$c_1 =$	50,1	55,3	59,9	64,2	68,8

La quale linea passa alquanto al di sopra nella parte che più preme della scala di $\gamma = 0,23$.

$c =$	50,4	54,6	57,5	59,6	61,3

Quindi anche per questi studi del Sonne sul valore α in relazione al diametro, si rileva che la scala qui adottata risponde ad assai prudenti valutazioni.

12. — Il valore $\gamma = 9.20$ adottato per calcolazione di tubi in cemento nella relazione $\frac{1}{c} = 0,0115 \left(1 + \gamma / \sqrt{R}\right)$ soddisfa in modo uguale allo scopo voluto.

— Si nota che nel Progetto di Massima del Ministero dei LL. PP. si adottò per l'acquedotto a pelo libero $\gamma = 0,06$, modificato poi, così almeno riteniamo, in $\gamma = 0,11$; e giustamente, perchè il valore 0,06 non conveniva ad un esercizio prolungato.

Si tratta di resistenza d'ordine perfettamente analogo ed il valore $\gamma = 0,05 \div 0,06$ si riscontra per superfici a pelo libero ben accurate e liscie (acquedotti di Boston e del Serino) come per tubi di cemento con superficie d'ugual natura.

— Infatti con un tubo di cemento del diametro $0^m,80$, in dieci esperienze di precisione, nelle quali il carico piezometrico i è variato tra 0,60 a 3,60 per 1000, Bazin (1) trovò con grande costanza

$$\text{in } \frac{ri}{v^2} = b_1 \qquad b_1 = 0{,}000332 \text{ dove } b_1 = 2b.$$

Quindi $c = 77{,}52$ e da $c = 87 : \left(1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}\right)$

ricavasi $\gamma = 0{,}055$.

Questa è altra delle identità d'andamento e di valore cui ripetutamente si accennò.

— Tale valore sperimentale $\gamma = 0{,}06$ conveniente a tubo nuovo di cemento, non è però quello da ritenersi nel calcolo. Ma il valore di $\gamma = 0{,}20$, triplo di quello adottato nella Relazione Ministeriale, conviene certo, con buon margine di prudenza, ad acque come quelle del Sele ed all'esecuzione accurata a superficie interna lisciata delle condutture in cemento del progetto attuale.

Le condotture speciali progettate in cemento, in confronto a quelle di ghisa hanno resistenze minori in corrispondenza ai giunti; sono pure meno soggette alle incrostazioni delle dette condotte in ghisa, dove pare che i fatti dell'elettrolisi contribuiscano notevolmente a favorire i depositi.

— L'esperienza di sifoni in cemento o muratura in esercizio anche con acque più o meno cariche, conferma l'applicabilità del valore $\gamma = 0{,}20$ nel caso che interessa.

Nel sifone sperimentato da Bidder (19ª serie Flamant: terracotta) con $d = 0{,}457$ si ebbe $b = 0{,}00025$ onde $\beta = 0{,}00163$ e $c = 63$ circa; molto superiore al $c = 54{,}5$ che competerebbe a $\gamma = 0{,}20$.

Il sifone sperimentato da Klarke (muratura ordinaria; 83ª serie Flamant) con $d = 2^m,29$ e con acqua ancora un po' carica ($^1/_4$ di fogna e $^3/_4$ di mare) dà $b = 0{,}00022$. Onde $c = 67$ e $\gamma = 0{,}225$, leggermente superiore.

Esperienze diverse con precise misure delle portate, a mezzo di stramazzi appositi tipo Bazin e con acque diversamente cariche,

(1) Vedi memoria cit. al parag. 2.°.

vennero da me eseguite sui condotti di cemento in esercizio nella rete di canalizzazione di Milano.

Per acque limpide il valore $\gamma = 0,20$ rimane alquanto superiore al vero richiesto. In tale circostanza ho fatti altri richiami in argomento: all'opera importante del Büsing, al lavoro del prof. Bruno sulla canalizzazione di Napoli, ecc. ed ho concluso per l'adozione della *seconda categoria Bazin* (*prima formola*). La quale, come si è visto, dà nei limiti che interessano valori che coincidono coll'applicazione di $\gamma = 0,18$ nella seconda formola Bazin.

Gli stessi valori della seconda categoria per la prima formola Bazin vennero, si è detto, adottati nei condotti metallici o murari dei sifoni pel nuovo acquedotto parigino, che riassume una vasta e ponderata esperienza locale. E si è pure detto trattarsi d'acque molto più dure di quelle del Sele.

Il Christen in una accurata analisi dei dati sperimentali in argomento (vedi *Das Gesetz der Translation des Wassers*, Lipsia, 1903) ha proposto pei tubi la formola (op. cit., pag. 149):

$$v = m_r \sqrt{ri} \sqrt[8]{r} \qquad \text{dove } r = 2\,R.$$

Onde $c = \sqrt{2}\, m_r \sqrt[8]{r}$.

Dove, dalla graduazione data da Christen sulla scabrezza ($m_r = 63,5$ per cemento: $m_r = 49,7$ pietra unita), si può ritenere 50 il valore di m_r per superficie unita di cemento in esercizio da *lungo tempo*.

Risulta:

	$d =$	$0^m,40$	$0^m,60$	$0^m,80$	$1^m,00$	$1^m,20$
Christen, tubi	$c =$	57,7	61,0	63,0	64,7	65,7

Confrontiamo colla adottata scala Bazin per $\gamma = 0,20$

$c =$	53,3	57,4	60,1	62,1	63,7

I quali valori sono da 7 % a 3 % circa inferiori, e quindi adducono a maggior garanzia del computo che interessa.

13. — Per *piccoli diametri* ($< 0^m,40$) riteniamo senz'altro $\gamma = 0,23$ in entrambi i casi qui trattati. Confronteremo per tali diametri la scala di Darcy tubi nuovi, la scala Darcy colla norma empirica del raddoppiamento di b qualunque sia il suo diametro,

la scala Sonne tubi usati, ed infine la qui consigliata da Bazin con $\gamma = 0,23$, tutte ridotte alla valutazione omogenea di c come fin qui abbiamo fatto.

Prospetto dei valori c di $v = c \sqrt{Ri}$

per $d = 0^m,10$	$0^m,15$	$0^m,20$	$0^m,25$	$0^m,30$	$0^m,35$	$0^m,40$
Darcy tubi nuovi $c = 55,8$	57,8	59,0	59,5	60,1	60,5	60,8
» tubi usati $c = 39,5$	40,9	41,7	42,1	42,5	42,8	43,0
Sonne tubi nuovi $c = 50,5$	53,2	55,2	56,4	57,4	58,3	59,0
» tubi usati $c = 35,7$	38,6	40.9	42,8	44,4	46,1	47,5
proposta $\gamma = 0,23$ $c = 35,4$	39,8	42,9	45,3	47,3	48,9	50,4

La scala per $\gamma = 0,23$ s'accorda sensibilmente colla scala Sonne tubi usati: dà anzi valori di c più piccoli della formola Darcy tubi usati per i diametri inferiori a $0^m,20$; pei quali il semplice raddoppiamento di α non basta, come del resto emerse dallo studio di Lévy.

Onde la scala $\gamma = 0,23$ per la ghisa usata risponde alla necessità di valutazione assai prudente in tutto il campo applicativo in questa relazione considerato, dai diametri minimi al massimi di $1^m,00$ o poco più.

14. — *Sui limiti della velocità nei tubi in relazione ai depositi eventuali.*

Le ricerche di Bazin (1) sulla distribuzione della velocità nell'interno dei tubi hanno condotto alle relazioni:

$$V = v\left(1 + 9,05 \sqrt{2b}\right)$$

$$w = v\left(1 - 14 \sqrt{2b}\right)$$

dove $b = \frac{Ri}{v^2} = \frac{1}{c^2}$.

R raggio medio nel tubo, v velocità media nel tubo, V velocità massima nel tubo, w velocità alle pareti,

per $c = 60$ è $\sqrt{2b} = 0,0235$. Onde $\frac{w}{v} = 1 - 0,33 = 0,67$.

(1) Opera citata, pag. 2, 1897.

Nei limiti dei valori eche corrispondono alle applicazioni attuali, $\frac{w}{v}$ sta fra 9,70 e 0,60 a norma del valore c determinato nei paragrafi antecedenti.

Attenendoci al rapporto più basso di $\frac{w}{v}$, per supposte velocità medie di $0^m,50$, $0^m,40$, $0^m,30$, si hanno velocità alle pareti di $0^m,30$, $0^m,24$, $0^m,18$ le quali, anche per le più basse velocità medie supposte, sarebbero sufficienti ad impedire i depositi di materie fine terrose, se queste potessero fluire nelle condotte con acque sì limpide e dopo lunghissimi percorsi.

15. — Si riportano per l'applicazione i valori di c in $v = c\sqrt{Ri}$ dove $R = \frac{d}{4}$, o in $i = \frac{v^2}{c^2 R}$ e di β in $i = \beta \frac{Q^2}{d^5}$ per diametri di 5 in 5 centimetri da $0^m,10$ a $1^m,20$ per $\gamma = 0,23$ e da $0^m,40$ a $1^m,20$ per $\gamma = 0,20$. (Il valore di b è $0,154\ \beta$).

Per diametri intermedî l'interpolazione è evidentemente immediata.

per $\gamma = 0,23$, tubazioni in ghisa

d	c	β
0,10	35,42	0,00517
0,15	39,84	0,00409
0,20	42,94	0,00352
0,25	45,31	0,00316
0,30	47,28	0,00290
0,35	48,96	0,00271
0,40	50,35	0,80256
0,45	51,60	0,00243
0,50	52,73	0,00233
0,55	53,70	0,00225
0,60	54,55	0,00218
0,65	55,38	0,00211
0,70	56,13	0.00206
0,75	56,83	0,00201
0,80	57,46	0,00196
0,85	58,04	0,00192
0,90	58,63	0,00189
0,95	59,10	0,00186
1,00	59,59	0,00183
1,05	60,04	0,00180
1,10	60,46	0,00177
1,15	60,88	0,00175
1,20	61,27	0,00173

per $\gamma = 0,20$, tubazioni maggiori speciali in cemento

d	c	β
0,40	53,28	0,00228
0,45	54,48	0,00218
0,50	55,59	0,00210
0,55	56,53	0,00203
0,60	57,35	0,00197
0,65	58,15	0,00192
0,70	58,86	0,00187
0,75	59,51	0,00183
0,80	60,12	0,00179
0,85	60,67	0,00176
0,90	61,22	0,00173
0,95	61,70	0,00170
1,00	62,14	0,00168
1,05	62,54	0,00166
1,10	62,95	0,00164
1,15	63,36	0,00162
1,20	63,74	0,00160

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Macchina combinata per laterizi.

La nuova macchina ideata e costruita dal Dr. Gaspary di Markranstädt sopprime la necessità di impiegare macchine speciali per ogni singolo articolo ceramico che si voglia produrre (tegole, tubi di drenaggio, mattoni e piastre) e rende possibile la fabbricazione di tutti questi laterizi con una sola macchina, la quale è provvista di una forma e d'una piastra a perni di sollevamento cambiabili.

Come è noto, la fabbricazione di tegole con la tegoliera del Dr. Gaspary si compie battendo la malta umida per mezzo d'un battitore profilato scorrevole su guide (fig. 1). Nella macchina combinata suaccennata le guide pel battitore servono al medesimo tempo per guidare le anime nella fabbricazione di tubi di drenaggio; in questo caso si toglie il battitore profilato rimpiazzandolo con le anime. Allentando quattro viti, il telaio della forma si solleva e questa viene sostituita con altra per tubi di drenaggio. Due altre viti congiungono la piastra di sollevamento al dispositivo d'espulsione a pedale; si levano dette viti, si toglie la piastra a perni per le tegole, rimpiazzandola con quella per tubi di drenaggio.

Questi sono i pochi mutamenti che si debbono fare per trasformare una tegoliera, in una macchina per la fabbricazione dei tubi di cemento. In questo modo si possono fabbricare simultaneamente tre tubi di 40 o 50 mm. di diametro, due da 60 a 80 mm. Il procedimento per la fabbricazione dei tubi di drenaggio è il seguente: sopra i perni della piastra di sollevamento vengono deposti i fondi di lamiera; sopra i medesimi viene versata la malta (composta di una parte di cemento con 4-6 di sabbia) e costipata per mezzo d'un battitore profilato secondo la mezza parte inferiore

dei tubi. Le guide laterali per il battitore della tegoliera servono in questo caso di guida per l'anzidetto battitore profilato, dimodochè l'operazione si presenta facile e sicura. In seguito s'impu-

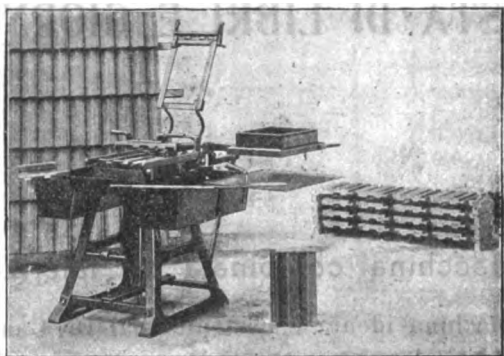



Fig. 1.

gnano i porta-anime disponendo queste ultime in avanti sulla forma (vedi fig. 2); questo movimento è, grazie alla doppia guida di cui è munito il dispositivo, assai facile. Le punte delle

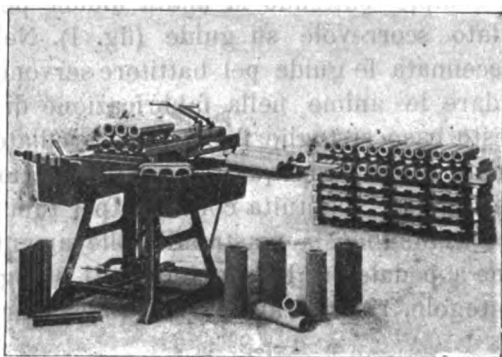



Fig. 2.

anime, nel loro movimento in avanti, asportano il materiale in eccesso riversandolo lateralmente. Si carica nuovamente il materiale sulla forma e per mezzo d'un altro ferro battitore si costipa la metà superiore dei tubi. I tubi così sono finiti e non si ha che a spingere le anime all'indietro ed estrarre i tubi premendo col piede sul pedale del dispositivo d'espulsione. I tubi

vengono levati per mezzo di appositi asportatori, consistenti in una leggera lamiera profilata secondo i fondi dei tubi, munita del relativo manico. L'operaio prende colla mano destra detto apparecchio, mentre colla sinistra afferra un ferro curvo passandolo sotto tutti i fondi di lamiera. In questo modo si possono levare simultaneamente tutti i tre tubi di 50 mm. e posarli sul telaio d'essiccazione. Dopo un giorno si possono togliere i fondi dai tubi, e dopo altri 15-20 giorni i tubi sono pronti per l'uso.

Volendo fabbricare, al posto dei tubi di drenaggio, dei mattoni, si allentano le quattro viti della forma, rimpiazzandole con una per mattoni. Sulla macchina si fabbricano allora due mattoni simultaneamente. La parete divisoria tra i due mattoni è mobile e scorre su guide. Il dispositivo a guide portante le animo viene levato, allentando le due viti che lo assicurano, rimpiazzandolo colla parete divisoria. Dopo cambiata di bel nuovo la piastra a perni del dispositivo di sollevamento, la macchina si trova completamente trasformata in una mattoniera. La fabbricazione dei mattoni è molto semplice. Nello stampo si posa una lamiera del formato di due mattoni, in seguito si fa scorrere in avanti la parete divisoria, formando in questo modo due stampi delle dimensioni di un mattone. Le forme si riempiono di malta che viene costipata per mezzo d'un ferro battitore e lisciata al piano. Con un colpo si spinge la parete divisoria all'indietro, e premendo col piede sul pedale del dispositivo d'espulsione si estraggono i due mattoni sul loro fondo comune. Dopo un giorno, i mattoni possono essere levati dai fondi. Un solo operaio, disponendo di malta preparata, può in questo modo fabbricare da 1800 a 2000 mattoni al giorno.

La forma per i mattoni serve nel medesimo tempo anche per la fabbricazione di piastre, per le quali si possono usare i medesimi fondi dei mattoni. Durante la fabbricazione, la parete divisoria viene spinta indietro, assicurandola convenientemente. Incastrando nella forma delle lamiere di diversi spessori, si può dare alla medesima una profondità più o meno grande secondo lo spessore che si vuole dare alle piastre. Volendo fabbricare delle piastre colorate si porta lo stampo alla profondità di circa 3 cm., si riempe il medesimo con malta mescolata 1 : 3, costipandola col ferro battitore dei mattoni; in seguito si sparge del colore sulla superficio per mezzo d'uno staccio lisciandolo mediante una spatola profilata che in pochi secondi rende la superficie lisca come uno specchio. Nella fabbricazione di piastre per stalle, per marciapiedi, ecc., conviene usare la profondità intiera dello stampo.

Queste piastre devono essere ricoperte con una miscela molto grassa, composta, ad esempio, d'una parte di cemento con una parte di scaglia. In questo modo si ottengono delle piastre molto resistenti.

Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche

Torino 1911.

Per iniziativa e sotto gli auspici dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e del Comitato Elettrotecnico Italiano sarà convocato a Torino fra il 9 ed il 20 settembre 1911 un *Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche* in occasione della Esposizione Internazionale dell'Industria e del Lavoro.

Per assicurare sotto ogni riguardo la buona riuscita del Congresso furono costituiti:

a) *un Comitato d'Onore* sotto l'alto patronato di S. A. R. il Duca degli Abruzzi, del quale fanno parte i Ministri Italiani della Pubblica Istruzione, dei Lavori Pubblici, dell'Agricoltura, Industria e Commercio, della Guerra, della Marina e delle Poste e Telegrafi, oltre alle principali Autorità locali, Civili e Militari, di Rettori delle Università e del Politecnico, ai Presidenti dell'Accademia delle Scienze e delle altre principali Società tecniche e scientifiche, al Presidente dell'A. E. I. ed al Presidente e Segretario Onorario della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

b) *Un Comitato Ordinatore* del quale fanno parte parecchi membri della Presidenza dell'A. E. I. e del Comitato Elettrotecnico Italiano, i Presidenti e Direttori di alcune importanti Associazioni Industriali, i Presidenti di tutti i Comitati Elettrotecnici delle altre Nazioni, e quelli delle principali Associazioni Elettrotecniche di quei Paesi, dove il Comitato Elettrotecnico non è ancora costituito;

c) *una Commissione Esecutiva*, la quale comprende il Presidente e vari membri della Sezione locale dell'A. E. I., nonchè i rappresentanti delle principali Società e Aziende Industriali del luogo.

Nel formulare il programma del Congresso il Comitato Ordinatore si è sopratutto sforzato di conferire alla riunione uno spiccato carattere d'Internazionalità.

A questo scopo *assiste* la coincidenza della prima assemblea della Commissione Elettrotecnica Internazionale di Standardizzazione, assemblea che è convocata per la stessa epoca (11-16 settembre) e che condurrà a Torino i Delegati Ufficiali dei Comitati Elettrotecnici delle diverse Nazioni, fra i quali si contano numerose e importanti notabilità dell'Elettrotecnica.

Come si può rilevare dalle deliberazioni del Comitato Ordinatore, questo si è procurata la cooperazione dei Presidenti dei Comitati Elettrotecnici e delle Associazioni Tecniche e quindi di elementi locali efficaci per la ricerca

dei Relatori ufficiali, e fa ogni sforzo perchè le Nazioni nelle quali l'Elettrotecnica è sviluppata prendano sotto tal forma, parte attiva al Congresso.

Il Comitato Ordinatore, allo scopo poi di assicurare al Congresso un programma di lavoro determinato e completo, ha stabilito una lista dei temi ufficiali per i quali designerà i Relatori; ma intorno a questi confida, e già molti affidamenti ha avuti, che si aggrupperanno numerose Comunicazioni originali presentate liberamente dai Membri del Congresso.

Ora esso rivolge a tutti i Presidenti dei Comitati e delle Associazioni, nonchè alle Direzioni dei principali giornali e riviste di Elettrotecnica e di Scienze affini, la viva preghiera perchè vogliano dare la massima pubblicità al presente annuncio, al quale sono allegate le deliberazioni preliminari del Comitato e la lista dei temi.

Agli Elettricisti Italiani si rivolge il Comitato perchè vogliano concorrere, con sentimento di nobile emulazione, alla riescita del Congresso mostrando a tutti gli stranieri che interverranno, quale sia l'importanza assunta dal nostro Paese nel campo dell'Elettrotecnica.

Per tutte le comunicazioni relative, il Comitato ha stabilito la sua Sede presso l'Ufficio Centrale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana a *Milano*, *Via S. Paolo, 10*.

Il Presidente del Comitato Ordinatore
L. LOMBARDI.

I Segretari
G. SEMENZA. — C. A. CURTI.

Elenco definitivo dei Temi stabiliti dal Comitato Ordinatore.

1. Caratteristiche elettriche e meccaniche dei generatori elettrici moderni, avuto speciale riguardo a quelli di altissima velocità.
2. Lo stato attuale della tecnica dell'accumulatore elettrico, sia stazionario che destinato alla propulsione dei veicoli.
3. Della marcia simultanea di parecchie centrali, alimentanti uno stesso gruppo di reti.
4. La scelta della tensione e la costruzione dei quadri e delle sottostazioni nei grandi impianti elettrici, di fronte all'economia d'impianto da una parte ed alla continuità del servizio dall'altra.
5. Le reti sotterranee ad alta tensione, metallicamente collegate con linee aeree.
6. Stato attuale dello studio intorno alle sovratensioni, e metodi di prevenzione e di protezione relativi.
7. La costruzione e l'impiego degli interruttori automatici.
8. Il problema del raffreddamento nei trasformatori di media grandezza.
9. Convertitori, raddrizzatori e motori generatori.
10. Il problema della trasformazione della frequenza.
11. Il motore trifase a velocità variabile, avuto speciale riguardo alla condotta dei laminatoi e delle macchine a carta.
12. L'influenza tecnica ed economica delle lampade a filamento metallico e delle lampade ad arco a carboni metallizzati, sull'industria della illuminazione.

13. La trazione monofase e la trazione trifase sulle linee di grande traffico.

14. La trazione monofase e la trazione a corrente continua ad alto potenziale sulle linee interurbane.

15. La linea di contatto nelle ferrovie elettriche.

16. La produzione diretta dell'acciaio dal minerale a mezzo dei forni elettrici.

17. La sterilizzazione dell'acqua coi processi che impiegano l'elettricità.

18. Il contatore elettrico avuto riguardo alla natura del carico ed ai vari regimi di questo.

19. La bollatura dei contatori.

20. Metodi razionali per la misura commerciale dell'energia elettrica.

21. Il problema del riempimento dei diagrammi di carico delle centrali elettriche.

22. Le applicazioni dell'elettrità nei battelli subacquei.

23. Telefonia ordinaria a grande distanza.

24. Telefonia senza fili.

25. I sistemi telefonici automatici e semi-automatici di fronte all'economia ed al perfezionamento delle comunicazioni telefoniche delle grandi città.

26. La ricerca della segretezza nelle comunicazioni radiotelegrafiche.

27. Lo sviluppo attuale e futuro del riscaldamento elettrico.

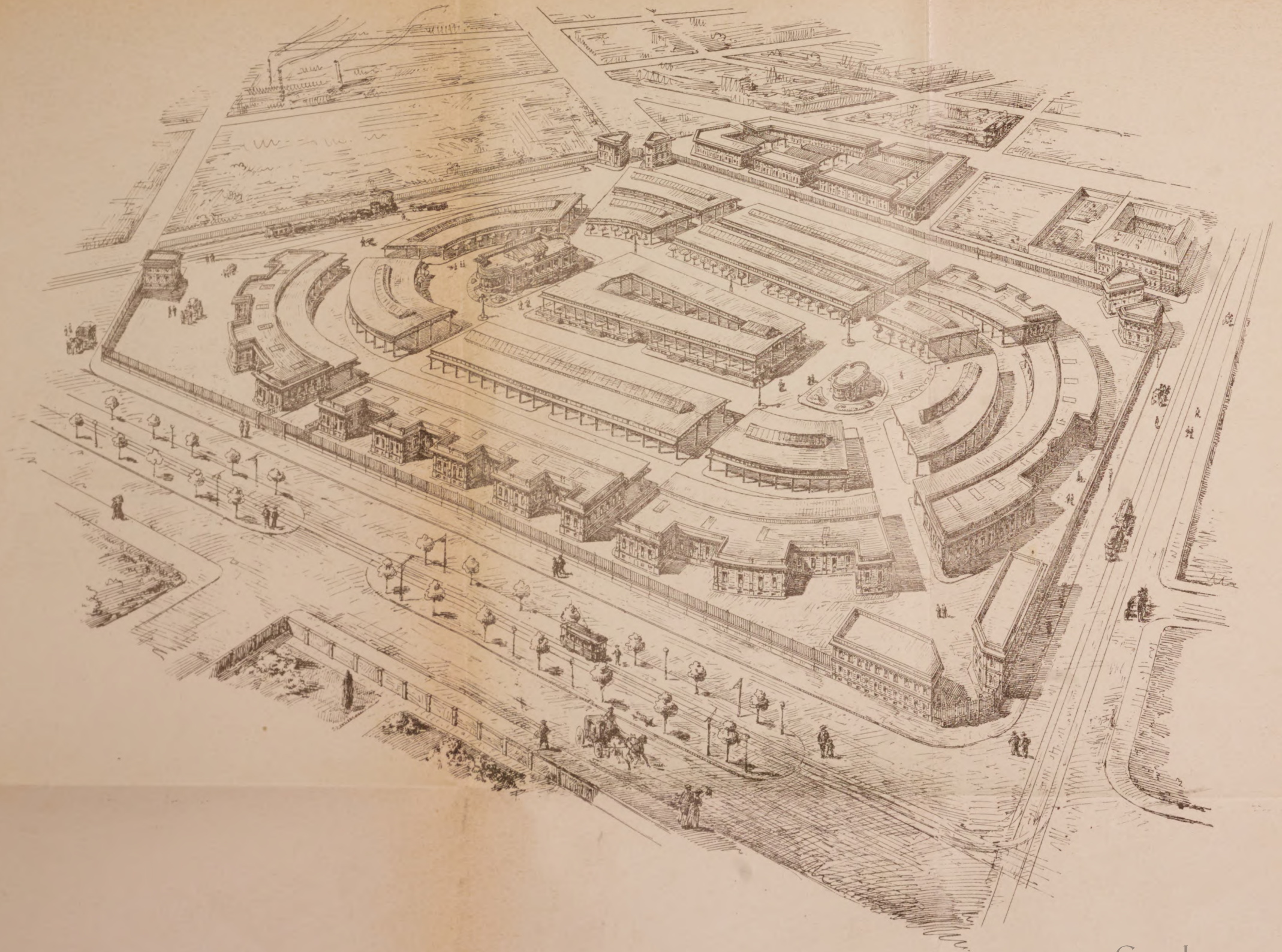
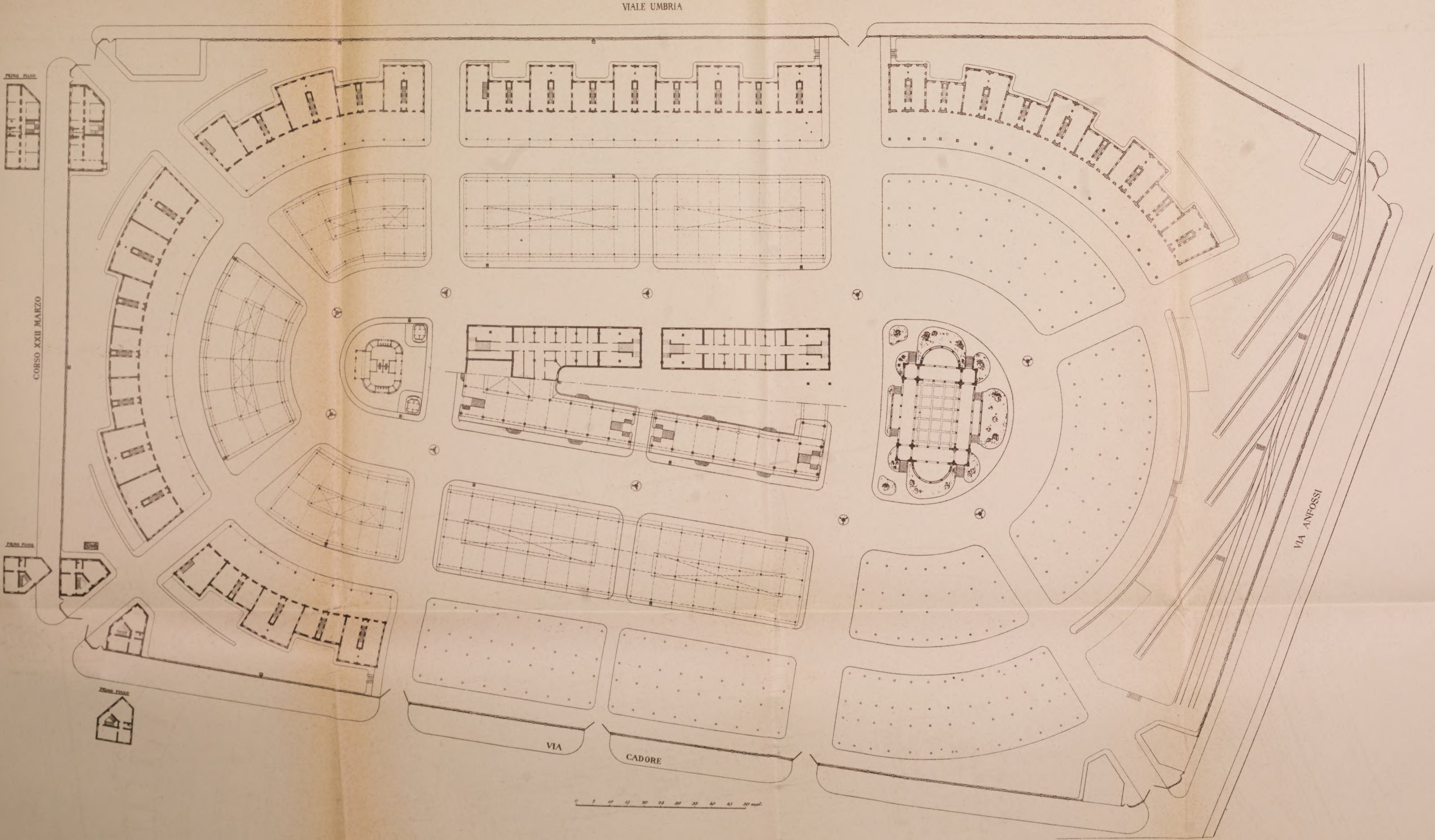
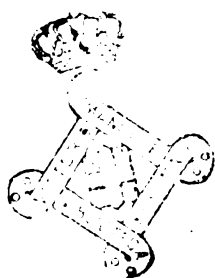
28. Studio comparativo della tassazione elettrica diretta ed indiretta nei vari paesi.

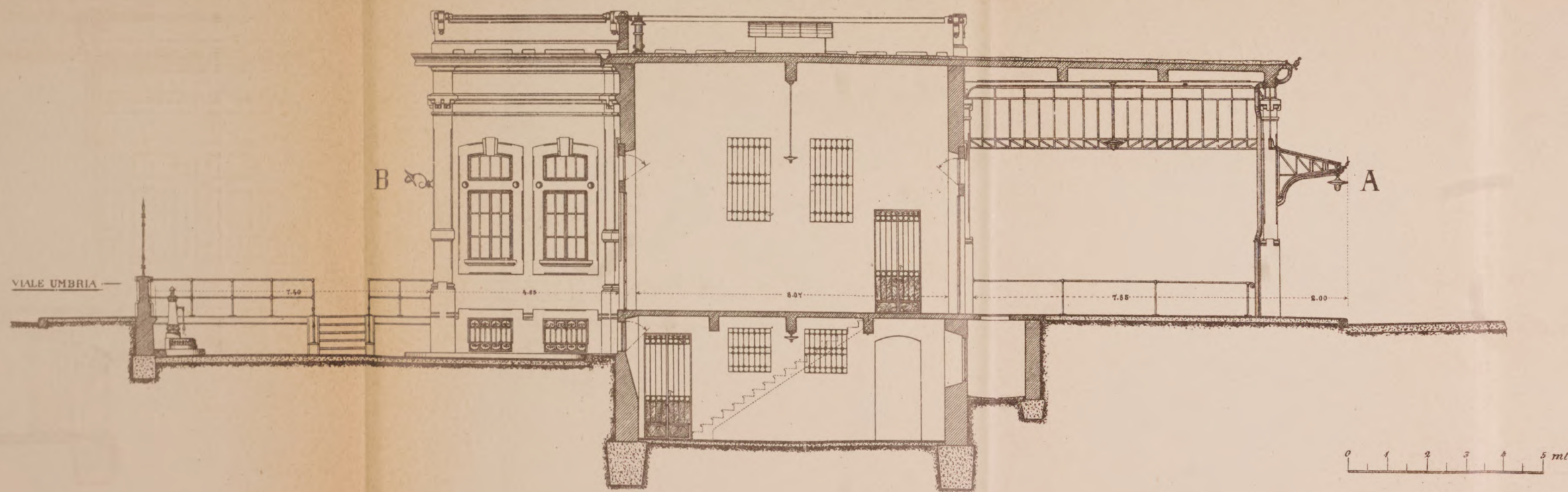
29. La legislazione sulla trasmissione elettrica dell'energia.

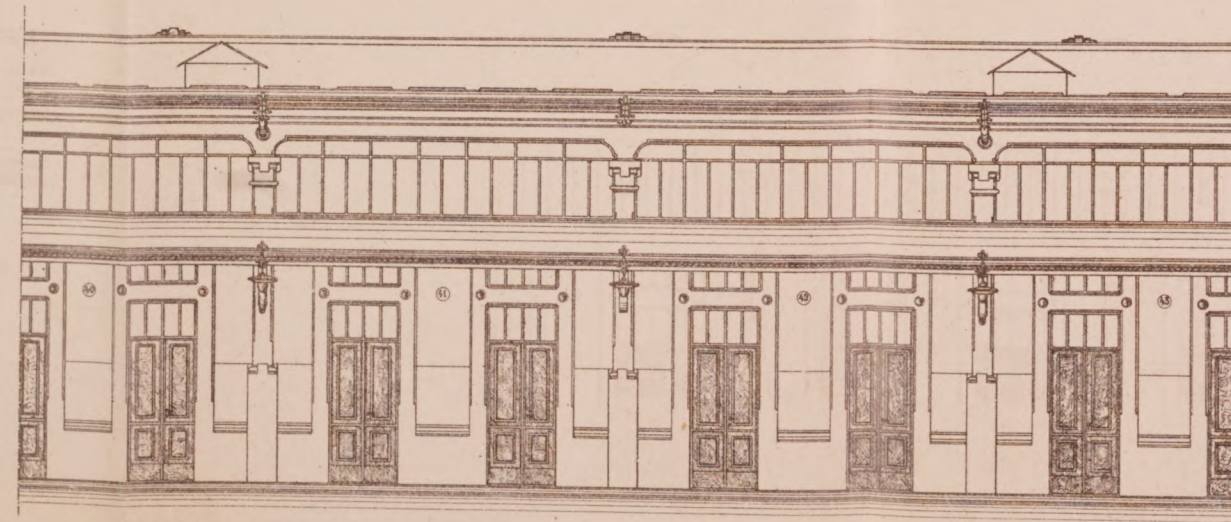
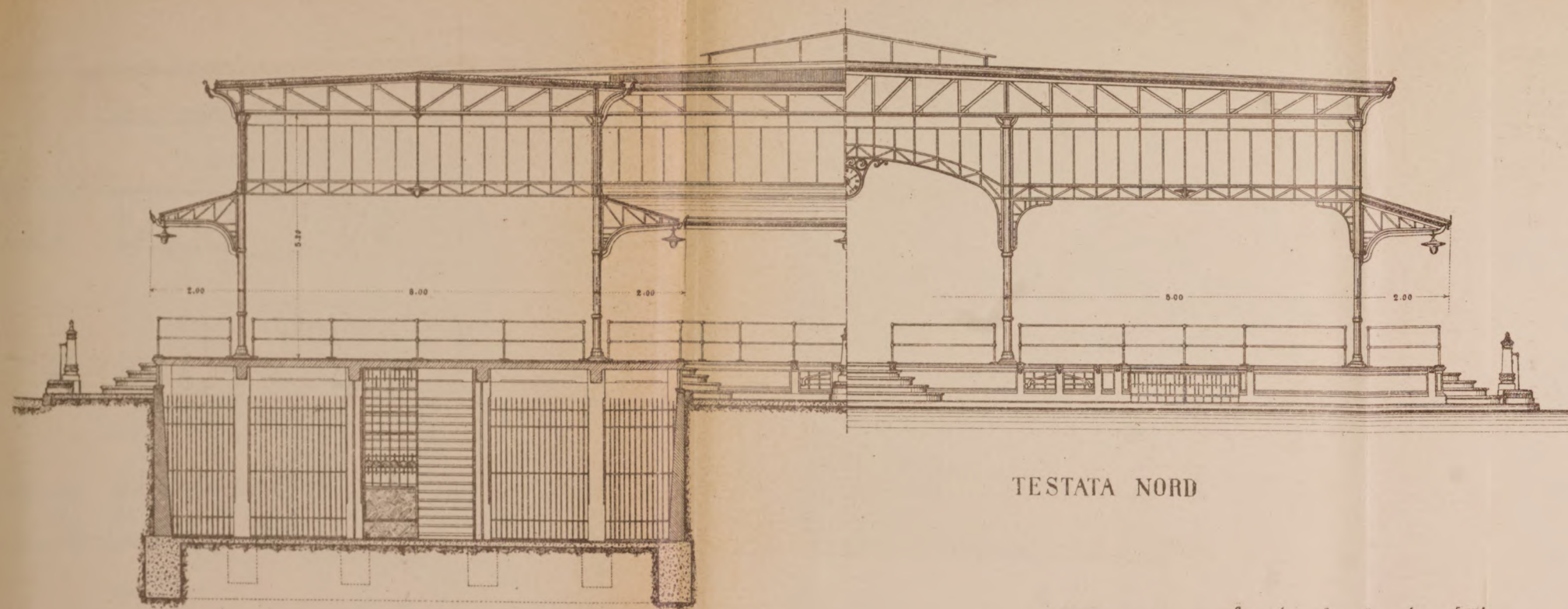
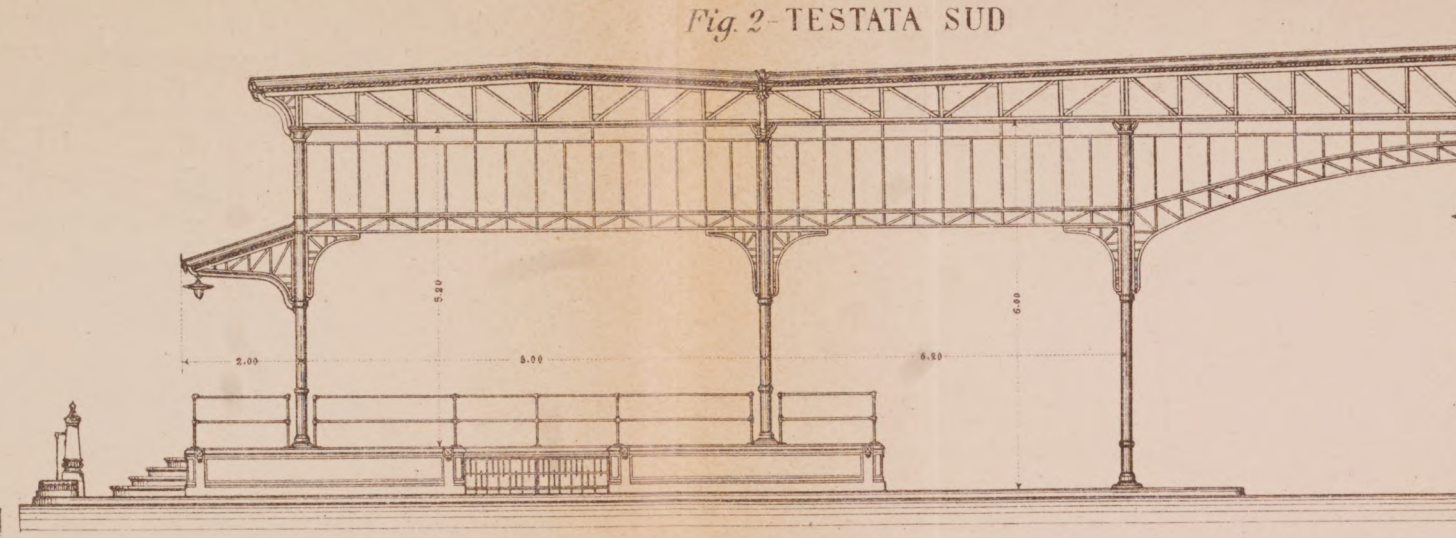
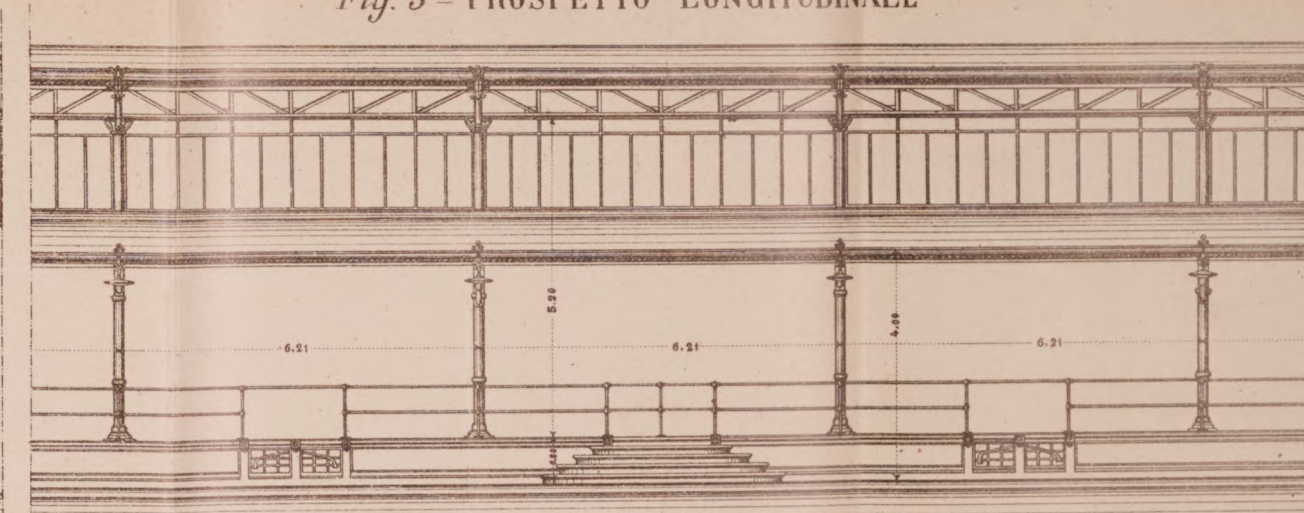
30. La distribuzione dell'energia elettrica a servizio dei lavori agricoli.

31. I vari sistemi di telegrafia multipla.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, Gerente.

NUOVO MERCATO FRUTTA E VERDURA — VEDUTA GENERALE

NUOVO MERCATO FRUTTA E VERDURA
PIANTA
VIALE UMBRIA
CORSO XXII MARZO
VIA ANFOSSI
VIA
CADORE

NUOVO MERCATO FRUTTA E VERDURA — MAGAZZINI NEGOZIANTI

SEZIONE TRASVERSALE

PROSPETTO B

PROSPETTO A

NUOVO MERCATO FRUTTA E VERDURA
TETTOIE CENTRALI
Fig. 1 - SEZIONE TRASVERSALE
TESTATA NORD
Fig. 2 - TESTATA SUD
Fig. 3 - PROSPETTO LONGITUDINALE
TETTOIE RETTILINEE
Fig. 4 - SEZIONE TRASVERSALE
TESTATA
Fig. 5 - SEZIONE LONGITUDINALE
Fig. 6 - PROSPETTO LONGITUDINALE
5 mt.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 9 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Maggio 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: **Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2**
AMMINISTRAZIONE: **Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22**

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

L'impianto idroelettrico dell'Adamello

(colle tav. 5 a 7)

(continuazione, vedi N. 1)

III. **Allacciamento Arno.** — La diga di sbarramento attraverso il torrente Arno è situata in prossimità alla Centrale di Isola e precisamente a 30 metri circa dalla fronte sud del fabbricato stesso.

La diga solidamente impostata sotto il letto del torrente si eleva sopra il fondo dello stesso circa m. 1.50, è lunga m. 9,85, larga in sommità m. 1,50 con scarpa a monte di $^1/_{10}$, a valle di $^1/_4$. Ha la cresta alla quota 881,80.

Lateralmente alla diga si protendono a monte lungo la sponda due muri di difesa. In sponda, sinistra di fianco alla diga, si apre la bocca di presa di luce m. 1,70 colla soglia alla quota 881,00 è cioè depressa di 0,80 sotto la cresta della diga. Alla bocca di presa segue un tratto di canale fugatore, lungo circa 10 metri e e largo 1,70, con fondo a forte pendenza il quale mette capo ad uno scaricatore aperto in detta sponda e destinato a smaltire le ghiaie che in tempo di piena potessero entrare dalla bocca di presa. Nel muro a valle di detto canale è aperto uno sfioratore lungo m. 5,00 e colla cresta allo stesso livello di quella della diga.

All'estremo del predescritto tratto di canale fugatore ha principio un bacino moderatore della lunghezza di m. 13,70 largo 1,70, col fondo all'inizio allo stesso livello della soglia di presa, e nella cui sponda destra sono aperte N. 10 luci sfioranti larghe ciascuna m. 1,017, separate fra loro da pilastrini in granito sui quali è appoggiata una copertura in lastroni pure di granito che serve di passerella.

La bocca di luce m. 1,25 dello scaricatore e quella di m. 1,70 all'imbocco del canale moderatore sono muniti di paratoie in legno con stivi e soglia in ferri ad U e superiori meccanismi di manovra a mano con custodia in lamiera di ferro.

Tutta la struttura muraria delle opere di presa è lavorata a faccia vista a mosaico con malta di cemento. I cantonali ed i coronamenti sono in grossi blocchi di granito lavorato.

Al canale moderatore fa seguito il canale regolatore lungo m. 19,00 largo m. 1,00 colla pendenza del 5 %₀ che si estende anche alla tratta dello sfioratore. Detto canale mette capo in quello ad acque riunite ed allo sbocco in esso il suo fondo ha la quota 880,85 corrispondente a quella normale del pelo d'acqua del canale ad acque riunite.

La muratura in vista del canale è lavorata a mosaico, la platea è in gettata di calcestruzzo raccordata negli angoli ed il perimetro bagnato è rivestito da intonaco liscio di cemento Portland.

IV. **Canale ad acque riunite.** — Il canale ad acque riunite ha principio dopo lo scarico della Centrale di Isola e percorre, parte allo scoperto e parte in galleria, la mezza costa in isponda sinistra del torrente Poglia. Attraversa quindi in galleria lo spartiacque tra il bacino del Poglia e quello dell'Oglio, portando le acque al pozzetto di carico, da dove si diparte la condotta forzata per la centrale di Cedegolo, posta in sponda sinistra del fiume Oglio.

La lunghezza complessiva del canale è di m. 4495, dei quali 2581,75 m. in galleria ed i rimanenti 1913,25 allo scoperto. Le gallerie sono in numero di cinque.

La pendenza del fondo è del 2 ‰ per tutto il canale, la sua larghezza sul fondo di m. 1,80 e, tanto in galleria che allo scoperto, le pareti laterali sono rivestite in muratura di pietrame e calce idraulica o di gettata in calcestruzzo a spessore variabile per un'altezza sul fondo di m. 2 e con scarpa interna di $^1/_{20}$. Nelle tratte a mezza costa allo scoperto il muro a valle ha lo spessore in sommità di m. 0,70 e la scarpa esterna di $^1/_5$, ed in gran parte la faccia esterna è lavorata a mosaico.

L'altezza d'acqua normale è di m. 1,60 e quindi la sezione bagnata risulta di mq. 3.

Il fondo, come nei canali di allacciamento, è costituito da una platea in calcestruzzo raccordata negli spigoli e tutta appoggiata sopra scavo. Il perimetro bagnato è rivestito da intonaco liscio in cemento Portland per evitare disperdimenti d'acqua. I tagli in trincea a monte del canale sono disposti a scarpata naturale o

rivestiti con muratura a secco od in malta di spessore ed altezza variabile a seconda della natura del terreno.

Il canale, tanto all'aperto che in galleria, è scavato parte in roccia e parte in terreno terroso e detritico.

Tutte le gallerie, tanto all'imbocco che allo sbocco, sono munite di portale in muratura lavorata a mosaico con armille, cantonali e banchettoni in pietre da taglio di granito.

All'inizio del canale, per sovrapassare i due rami del torrente Arno, furono costruiti due manufatti ad arco ribassato, il primo di luce m. 8,00 l'altro di luce m. 4,00. I volti sono in gettata di cemento, la muratura lavorata a mosaico con cantonali, armille e banchettoni in pietra da taglio.

Fino alla progressiva 505,60 il canale si svolge a mezza costa, coperto per m. 71,00 (tra le progressive 103,90-174,90) da soletta in gettata di cemento, sottopassando in questa tratta la strada di servizio ed il piazzale di deposito annesso al cantiere di Isola.

Alla progressiva 505,60 imbocca la prima galleria lunga m. 95,35 scavata in roccia compatta e quindi senza rivestimento in calotta, tranne che per le due tratte di m. 10,00 all'imbocco e m. 13,00 allo sbocco che sono in galleria artificiale con volto in gettata a tutto sesto.

Tra lo sbocco della prima galleria (progr. 600,95) e l'imbocco della seconda (progr. 643,00) il canale si svolge a mezza costa ed è scavato in roccia.

La seconda galleria, lunga m. 1118,00, è in gran parte scavata in roccia compatta col cielo a scavo libero, e per due tratte scavate in terreno detritico e lunghe complessivamente m. 334,70 (tra le progressive 693,60–895,00 o 1624,00–1757,30), è rivestita in calotta con volto ad arco ribassato in gettata di cemento. Allo sbocco gli ultimi metri 3,70 sono in galleria artificiale con volto a tutto sesto in gettata di calcestruzzo.

Tra la seconda e la terza galleria il canale per una lunghezza di 350 m. si svolge a mezza costa; é scavato in materia sciolta colla trincea a monte disposta a scarpa naturale e sovrapassa una valletta mediante ponte–canale di 5.00 m. di luce.

La terza galleria di m. 242,85 di lunghezza, é scavata parte in roccia e parte in terreno franoso.

Tra la terza e la quarta galleria, il canale corre in trincea in terra a mezza costa colla scarpa a monte, in parte rivestita di muro che si eleva fino al livello del terreno naturale.

Alla progressiva 2646,50, il canale sovrapassa una valletta con ponticello di 2 m. di luce.

La quarta galleria della lunghezza di m. 651,60 è quasi totalmente scavata in roccia compatta; tra la quarta e la quinta galleria (progressiva 3324,00-4021,05) il canale si svolge e per un breve tratto a mezza costa e pel rimanente in terra.

Il canale fu coperto con una soletta in cemento armato per una tratta in cui il terreno sovrastante era molto franoso.

Pel funzionamento regolare del canale tra le progressive 3376,80 e 3432,80 fu previsto uno sfioratore scaricatore le cui luci sono aperte nel muro a monte del canale.

Lo sfioratore con due luci di m. 25 di lunghezza ognuna, ha la cresta alla quota 874,10 e con un sopraelevamento di m. 0,17 del pelo d'acqua sovra la cresta stessa, è capace di smaltire una portata di 6 mc. Tra le due parti dello sfioratore simmetricamente disposte, si apre la bocca di scarico di luce m. 1,50 preceduta da un scivolone di fondo della pendenza del 6 % per una lunghezza di m. 7,50 formante una sacca profonda 0,50 sotto il fondo del canale per deposito delle eventuali sabbie e ghiaie trascinate dall'acqua.

L'acqua dello scaricatore si riversa direttamente in un pozzetto profondo m. 4,00 scavato completamente in roccia, nel quale pure immettono i canali raccoglitori dell'acqua sfiorante, scavati a monte del canale derivatore. Da questo pozzo, l'acqua, con apposito manufatto sotto passa ii canale e la strada di servizio scaricandosi quindi liberamente in una valletta naturale entro fondi di proprietà della Società.

L'ultima galleria lunga complessivamente m. 403,95 è scavata tutta in roccia. Affinchè il materiale galleggiante eventualmente caduto nel canale, e specialmente d'inverno i blocchi di ghiaccio, non abbiamo ad essere trascinati sul pozzetto di carico, fu disposta immediatamente a monte dell'imbocco dell'ultima galleria, una griglia in ferro appoggiata superiormente ad una soletta in cemento larga m. 2,00 attraversante il canale e che serve contemporaneamente di accesso per la pulizia della griglia stessa.

V. **Bacino di calma e pozzetto di carico** (tav. 5). — Sopra un ripiano naturale del terreno allargato a monte con scavo in roccia, fu costruito il bacino di calma e accanto ad esso il pozzetto di carico. Questo é separato dal bacino per mezzo di una traversa a stramazzo avente le due fronti disposte ad arco di cerchio colla concavità verso il pozzetto con una lunghezza di m. 7,10 verso il bacino e m. 5,25 verso il pozzetto, e in sommità una larghezza di m. 3,85.

Il piano superiore della traversa è inclinato verso il pozzetto, e la cresta dello stramazzo trovasi alla quota 873.63. Questo stramazzo è diviso in tre luci della larghezza complessiva di m. 6,60 da pilastrini che sostengono una passerella in cemento armato, la quale copre la traversa ed ha il piano superiore alla quota 874,75.

Tutta la traversa è pure costruita in cemento armato e consta di due pareti verticali collegate superiormente da una soletta e da travi interne; è quindi vuota internamente con una luce libera di m. 3,40.

Il pavimento interno, in gettata di calcestruzzo armato, appoggia sopra fondazioni in muratura ed è leggermente inclinato dalla quota 865,70, verso il bacino, alla quota 865,25 verso il pozzetto.

Inferiormente alla traversa sono aperte tre bocche verso il bacino e tre verso il pozzetto di luce m. 1,20 ed alte m. 2,00, munite di paratoie in legno, con meccanismi di manovra collocati sulla soletta superiore.

L'ultima galleria del canale di carico sbocca internamente alla traversa ed affinchè il salto dell'acqua a bacino vuoto, essendo il fondo della galleria a m. 5,85 sopra la platea della traversa, non abbia a produrre delle corrosioni, fu disposto a metà salto un gradone che forma un cuscino d'acqua e rompe la lama stramazzante.

Le paratoie servono a convogliare l'acqua sia nel pozzetto, sia nel bacino, come a metterli in comunicazione diretta tra di loro.

La traversa può servire anche a limitare la portata dell'acqua impedendo gli invasi e gli svasi. Lasciando chiuse le paratoie verso il pozzetto ed aperte le altre, l'acqua riempirà il bacino di carico e quindi comincierà a sfiorare sopra la traversa alla quota 873,63, e la lama d'acqua massima stramazzante non potrà superare m. 0,45 sopra la cresta della traversa, essendo 874,08 la quota della cresta dello sfioratore del canale.

Il bacino di calma ha una superficie, a bacino ricolmo, di mq. 2100; è limitato a monte dalla parete irregolare dello scavo in roccia rivestito al piede con muratura di pietrame per un'altezza di soli m. 2,80 sopra il fondo, e sugli altri lati da una diga di ritenuta in cemento armato alta m. 7,70 sopra il fondo e precisamente colla cresta alla quota 874,70. Il franco (sopra il livello della massima altezza d'acqua è di m. 0,40, poichè il pelo d'acqua per una portata dello sfioratore di circa mc. 6,00 massima erogazione) si eleverebbe fino alla quota 874,30.

Il fondo del bacino è rivestito con gettata di calcestruzzo appoggiante su roccia ed ha tutto una leggera inclinazione verso la traversa a stramazzo davanti alla quale è disposto longitudi-

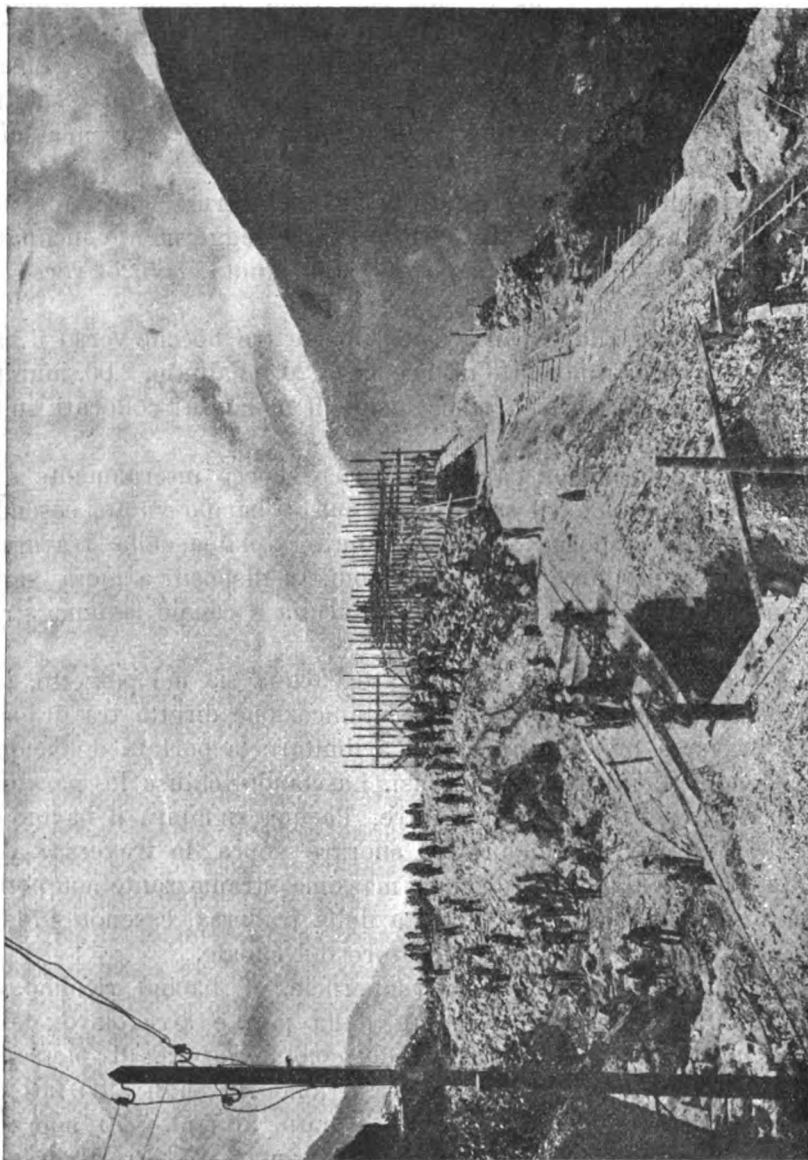



Fig. 4. — Bacino di calma con muri in cemento armato (in costruzione).

nalmente un cunettone con scarico di fondo, chiuso da tappo in ghisa che si manovra con meccanismo collocato sulla soletta superiore della diga e che serve ad eventuali spurghi del

bacino ed anche a smaltire l'acqua che potesse infiltrare dalle paratoie in caso di riparazione del bacino stesso.

Una scala, con gradini in gettata di calcestruzzo, larga m. 1,00 che si svolge lungo la parete a monte, serve per discendere dal piano di manovra delle paratoie della traversa al fondo del bacino.

La diga di ritenuta in cemento armato è incastrata sopra una solida fondazione in muratura costruita su roccia. Essa consta di due pareti longitudinali a faccia interna verticale che corrono parallelamente alla distanza netta di m. 4,00, aventi in sommità uno spessore di m. 0,15, e sul fondo di 0,25 per la parete interna e di 0,45 per la parete esterna. Queste due pareti sono collegate tra loro da tre solette orizzontali e da tramezze verticali. Le solette orizzontali hanno uno spessore di m. 0,10 e sono sostenute da travi. La soletta superiore serve di passaggio ed ha il piano superiore a m. 7,35 sopra il fondo; le altre due equidistanti dividono l'altezza complessiva in tre parti eguali di m. 2,45 ciascuna.

Le pareti verticali, poste alla distanza media di m. 3,20 hanno spessore di m. 0,25 fino alla prima soletta, di m. 0,20 tra la prima e la seconda soletta e di m. 0,15 tra la seconda e la terza.

La diga riesce quindi divisa in 140 celle, sovrapposte in tre ordini aventi le dimensioni di m. $3 \times 4 \times 2{,}35$, le quali per mezzo di aperture lasciate nelle pareti verticali e fori nelle solette orizzontali sono in comunicazione tra di loro ed anche col bacino, in modo che in esse entra ed esce l'acqua (volume d'acqua contenuto nella diga, 3948 mc.) e si dispone allo stesso livello dell'acqua nel bacino. Il bacino potendo contenere circa 16,000 mc. d'acqua trova così aumentato dalla capacità della diga, la quantità disponibile del 25 % essendo la capacità totale di 20,000 mc. circa.

Con questa struttura l'acqua che si trova nelle celle gravita sulle solette concorrendo alla stabilità della diga. L'impermeabilità è ottenuta con un intonaco di cemento lisciato su lamiera stirata.

L'acqua uscente dagli scarichi di fondo sia nel pozzetto che dal bacino di calma per mezzo di condotti aperti nella muratura, viene riunita in un pozzo profondo m. 11,25 del diametro interno di m. 1,20, ricavato nel muro a valle del pozzetto di carico. In questo pozzo si può discendere, per l'ispezione e la pulizia dei condotti di scarico, mediante grappe infisse nella parete interna.

Dal pozzo l'acqua viene scaricata con tombino di luce di m. 0,50, che sbocca sulla fronte a valle del muro di ritenuta del pozzetto,

e quindi con canale all'aperto, che si svolge sulla mezza costa per una lunghezza di m. 56,00, ed una pendenza media del 15 %, viene condotta in una insenatura della roccia nella quale si scarica liberamente. Detto canale di scarico ha muri costruiti in malta, la platea in gettata di calcestruzzo, ed ha una larghezza interna sul fondo di m. 0,60 ed una profondità di m. 1,00.

I muri hanno la larghezza in sommità di m. 0,50 con una scarpa interna di $^1/_{10}$ ed esterna di $^1/_5$.

VI. **Condotta forzata**. — Al pozzetto di carico fanno seguito due tubi in lamiera d'acciaio, disposti parallelamente, coll'interasse di m. 2,00, che portano l'acqua alla Centrale.

La lunghezza planimetrica della tubazione è di m. 945,80 e lo sviluppo complessivo di m. 1078,85, compreso il collettore lungo m. 38,85. La tubazione è costituita in parte da tubi chiodati ed in parte da tubi saldati longitudinalmente, mentre le giunzioni trasversali dei tubi sono tutte chiodate, eccezione fatta soltanto pel collettore in cui le giunzioni sono a flangia.

Il diametro interno dei tubi nella prima tratta, per uno sviluppo di m. 335,76 è di m. 1,03; nella seconda, per uno sviluppo di m. 344,69, è di m. 0,90; nella terza per uno sviluppo di m. 353,62 è di m. 0,825. La prima e la seconda di queste tre tratte sono collegate tra loro con un raccordo conico per ciascuna tubazione della lunghezza di m. 5,93. Il secondo raccordo è ottenuto con tre tubi successivi chiodati ciascuno internamente a quello superiore.

Lo spessore dei tubi va gradatamente aumentando da un minimo di mm. 5 nella parte superiore ad un massimo di mm. 26 nella tratta inferiore.

Lungo le due tubazioni sono disposti undici passi d'uomo per ciascuna per le eventuali ispezioni e riparazioni e nove giunti di dilatazione. Immediatamente a valle del pozzetto sono collocati dei tubi di sicurezza del diametro di m. 0,50, lunghi m. 10,00, che si elevano verticalmente fino a circa m. 1,00 sopra il livello massimo di ritenuta nel pozzetto. Questi due tubi son coperti con cappello conico in lamiera. All'estremo inferiore della tubazione, immediatamente prima dell'attacco alle saracinesche del collettore, fu aperto sotto ciascun tubo uno scarico del diametro di mm. 120 munito di saracinesca. L'acqua di scarico con apposita tubazione del diametro interno di m. 0,12 viene immessa nel canale di scarico sotto la Centrale.

Il salto varia da un massimo di m. 474,36, a pozzetto pieno,

ad un minimo di m. 467,28, quando l'acqua ha raggiunto nel pozzetto la quota minima di svaso.

La sede della condotta forzata è scavata per gran parte in roccia, solo piccole tratte sono in trincea leggera di terra od in rilevato, ed ha una larghezza costante tale che permette la posa di una terza tubazione alla destra delle due già in posto. Queste seguono parallelamente l'andamento della sede, coll'asse a circa m. 0,95 sopra il piano e sono sostenute da sedie in muratura, la distanza delle quali varia a seconda della pendenza, fondate in gran parte su roccia e nei tratti in rilevato su buone fondazioni scavate sotto il livello del terreno naturale. Tra la muratura

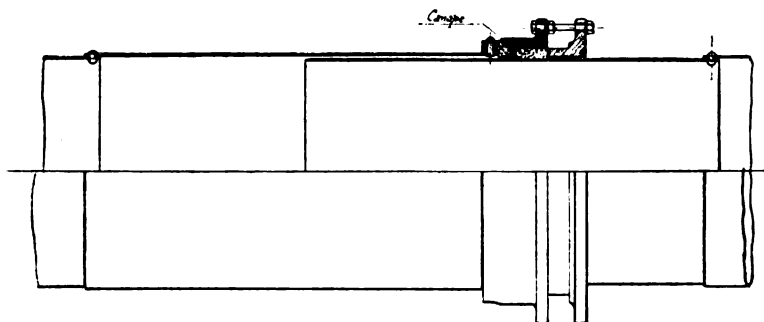



Fig. 5.

delle sedie ed i tubi sono disposte delle selle in lamiera, in modo che i tubi non abbiano ad appoggiare direttamente sulla muratura.

L'andamento planimetrico della condotta è perfettamente rettilineo; l'altimetrico è diviso in tredici livellette per assecondare le forti ineguaglianze del terreno.

Nei tredici vertici corrispondenti ai cambiamenti di livelletta furono costruiti gli ancoraggi in muratura di cemento di dimensioni più o meno rilevanti a seconda della disposizione del gomito.

Il primo ancoraggio è radiale con due fascioni di ancoraggio per ciascun tubo in ferri piatti amarrati a ferri a I annegati nella muratura. Per impedire lo scorrimento un cantonale è inchiodato con un lato inferiormente al tubo e coll'altro appoggio a un ferro a I murato. La muratura in pietrame arriva fino a metà tubo e si protende a monte del vertice m. 2,75, a valle per altri m. 1.60.

Il secondo ancoraggio pure radiale con quattro fascioni in ferri piatti per ciascun tubo e sette cantonali come quelli dell'ancoraggio precedente per evitare gli scorrimenti. La muratura in pietrame che arriva fino a metà tubo si protende a monte del vertice m. 9,60, a valle m. 2,85.

Il terzo ancoraggio è radente. I due tubi sono semplicemente racchiusi fino a metà nella muratura, che si protende a monte del vertice m. 3,50, a valle m. 2,00.

Il quarto ancoraggio è pure radente. Inchiodati inferiormente ai tubi diciassette cantonali per ciascuna tubazione appoggiano contro ferri a I murati. La muratura in pietrame fino a metà

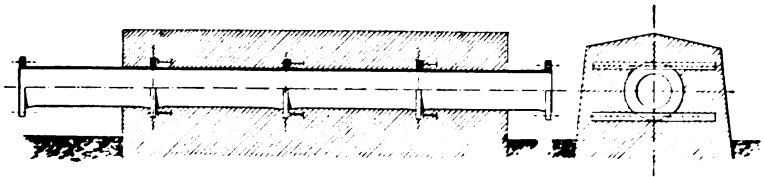



Fig. 6.

tubo si protende a monte del vertice per m. 23,60, a valle per m. 2,60.

Il quinto ancoraggio è radiale con tre fascioni per ciascun tubo in ferri tondi e quattro cantonali per lo scorrimento. La muratura che arriva fino a metà tubo si protende a monte del vertice per m. 5,00, a valle per m. 1,60.

L'ancoraggio sesto è radente con semplice muratura fino a metà tubo; questa si protende a monte del vertice per m. 3,20, a valle per m. 2,20.

L'ancoraggio settimo è radiale con cinque fascioni in ferri tondi.

Per impedire lo scorrimento, tre anelli saldati su ognuna delle due tubazioni appoggiano inferiormente e superiormente, a ferri a I murati orizzontalmente.

La muratura si eleva sopra l'asse dei tubi m. 1,50 e si protende a monte del vertice m. 13,60, a valle m, 3,20.

L'ancoraggio ottavo è radente con semplice muratura fino a metà tubo; questa si protende a monte del vertice per m. 3,20, a valle per m. 3,20.

L'ancoraggio nono è radente con due anelli saldati su ciascuna delle due tubazioni appoggianti superiormente ed inferiormente a

ferri a I murati. La muratura che si eleva sopra l'asse-tubo m. 1,50 si protende a monte del vertice m. 9,80, a valle m. 4,00.

L'ancoraggio decimo è radiale con cinque fascioni in ferri tondi e tre anelli saldati, per evitare lo scorrimento, per ciascuu tubo. La muratura si eleva sopra l'asse del tubo m. 1,50 e si protende a monte del vertice m. 7,80, a valle 6,00.

L'ancoraggio undicesimo è radiale con sette fascioni in ferri tondi e due anelli saldati per ognuna delle due tubazioni. La muratura che si eleva sopra l'asse dei tubi m. 1,45 si protende a monte per m. 6,80, a valle m. 6,90.

L'ancoraggio dodicesimo è radiale con sei fascioni in ferri tondi per ciascun tubo e l'ancoraggio tredicesimo radente ha pur cinque fascioni per ciascun tubo. Le due tubazioni nella tratta tra i due ancoraggi e per m. 28,50 a monte del vertice m. 12 e per m. 3,20 a valle del vertice 13, sono annegate in una gettata di calcestruzzo che si eleva sopra l'asse dei tubi m. 0,65, all'estremo superiore e gradatamente aumenta fino a m. 1,45 all'estremo inferiore.

In questa tratta undici anelli saldati su ciascuna delle due tubazioni appoggiano contro ferri a I annegati nel calcestruzzo.

La tubazione attraversa quattro stradelle comunali e due sentieri. Per questi (progr. 111,00-426,50) e per due delle strade (progr. 548,00-585,00) dove altimetricamente fu possibile con piccola sistemazione, si provvide alla loro continuità facendoli passare sotto i tubi tra due sedie. Le altre due strade, trovandosi in corrispondenza ad esse la tubazione in trincea incassata, furono leggermente deviate e fatte sovrapassare con manufatti a travata rettilinea in cemento armato appoggianti su spalle in muratura rispettivamente alle progr. 734,00 e 825,00. La luce di questi manufatti è di m. 9,50 sovrapassando anche la funicolare di servizio a scartamento 0,50 che, con alcune piccole varianti altimetriche, corre parallelamente a destra della tubazione coll'asse a m. 5,C0 dall'asse del primo tubo.

Collettore. — Il collettore è costituito da due tubazioni del diametro interno di m. 0,825 in lamiera saldata dello spessore di mm. 26 e divise in tronchi collegati a flangia. Queste due tubazioni si trovano sul prolungamento dei due tubi della condotta forzata e corrono parallelamente alla fronte della *sala-macchine.*

All'inizio del collettore sono collocate due saracinesche una per ciascun tubo.

La derivazione per l'eccitatrice si trova a m. 1,50 dopo le sa-

racinesche ed è innestata su tutte e due le tubazioni del collettore in modo che può avere la presa indipendente o da una o dall'altra. Questa derivazione ha il diametro interno di mm. 250 e termina nell'interno della *sala macchine* con un raccordo conico che riduce il diametro interno all'attacco colla saracinesca della turbina dell'eccitatrice a mm. 175.

Le derivazioni per le cinque unità attualmente in posto par-

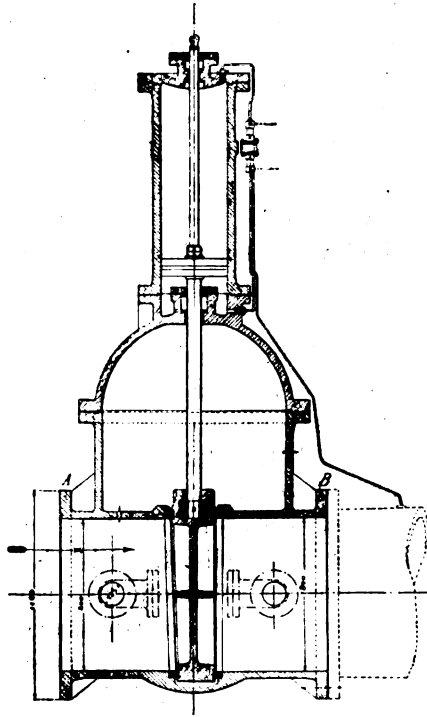



Fig. 7.

tono dal tubo di sinistra, la prima a m. 8,00 dopo la derivazione per la eccitatrice, le altre si susseguono di sette in sette metri.

In corrispondenza alla derivazione per la terza unità con un raccordo del diametro interno di m. 0,60, la condotta di destra è in comunicazione con quella di sinistra, ed a questa si unisce con raccordo a gomito del diametro interno pure di m. 0,60 in corrispondenza alla derivazione per la quarta unità. Una saracinesca è collocata nella tubazione di sinistra tra le derivazioni per la seconda e terza unità. Alla fine del collettore si trova uno scarico di mm. 120 munito di saracinesca.

I due tubi del collettore sono amarrati con tre blocchi in calcestruzzo di cemento lunghi m. 4,00 che si elevano sopra l'asse del tubo di m. 1,90 e posti uno tra l'eccitatrice e la prima derivazione, uno tra la prima e seconda derivazione e l'ultimo tra la terza e la quarta.

In corrispondenza di questi ancoraggi ciascun tubo è munito di un anello saldato che appoggia contro ferri a I posti verticalmente ed annegati nel calcestruzzo.

Le derivazioni sono in tubi conici a flangie lunghi m. 2,50 attraversanti il muro della Centrale. Il diametro interno dell'attacco col collettore è di m. 0,60, quello dell'attacco colle saracinesche delle turbine di m. 0,45.

Le due tubazioni del collettore coll'asse più basso del piano del piazzale di m. 1,00 si trovano in una fossa aperta superiormente della lunghezza di m. 6,60 atta a contenere anche la terza tubazione e della lunghezza di m. 41,25 prolungantesi cioè a m. 1,55 oltre l'asse dell'ultima derivazione. Questa fossa è racchiusa da un lato dal muro della Centrale, a monte dalla muratura dell'ultimo ancoraggio e dagli altri due lati dal muro di sostegno del piazzale. Il fondo di questa fossa rivestito in gettata di calcestruzzo si trova a una profondità media sotto il piano del piazzale di m. 2,00 e precisamente alla quota 397,60.

L'acqua piovana e quella uscente dallo scarico del collettore, a mezzo di cunette longitudinali attraversanti i blocchi d'ancoraggio si riversa in corrispondenza alla derivazione per la ecci tatrice in una cunetta trasversale, la quale attraversando il muro della Centrale, immette direttamente le acque nel tombone di scarico delle turbine.

VII. **Centrale di Cedegolo** (tav. 6). — La centrale di Cedegolo è situata in sponda sinistra del fiume Oglio nel quale immettono direttamente le acque di scarico delle turbine. Essa consta di una grande sala-macchine con posteriormente annesso un fabbricato a più piani per quadri, trasformatori, accumulatori, ecc. ed un fabbricato per spogliatoio e latrine che si appoggia al fianco verso il monte.

a) *Sala-macchine.* — La sala-macchine è lunga esternamente m. 64,00 e larga 20,00 colla linea di gronda a m. 13,80 sopra il piano del piazzale. Lungo la facciata a nord ed il fianco verso il fiume Oglio corre uno zoccolo in granito e pietra artificiale martellinata, alto m. 2,15 sopra il piano del piazzaie e che arriva fino al davanzale dei finestroni. Questi nella facciata nord sono

in numero di otto simmetricamente disposti coll'interasse di m. 7,00 e nel fianco verso il fiume Oglio havvene uno solo simmetricamente disposto colla porta di accesso alla sala e coll'inte-

Fig. 8.

rasse di m. 6,00 fra le due aperture. I finestroni ad arco a tutto sesto hanno la luce netta di m. 2,60 e l'altezza in chiave di m. 6,70; la porta ha la stessa luce e l'altezza di m. 8,50. I cantonali e le armille tanto delle finestre che della porta sono in

granito, i davanzali delle finestre sono in pietra artificiale sagomata. Tre gradini in granito davanti alla porta servono di accesso alla sala-macchine, il cui pavimento è a m. 0,40 più alto del piano del piazzale. Nelle parti inferiori dei finestroni per m. 1,10 sopra il davanzale è ricavata una trifora con due pilastrini, spalette ed architrave sagomati in pietra artificiale.

Tra un finestrone e l'altro sonvi lesene sporgenti m. 0,10 dal vivo del muro e formate in granito fino al piano di imposta dell'archivolto della finestra, al qual piano corre per tutta la lunghezza un corso di bolognini in granito. Due pilastri d'angolo lunghi m. 4,30 e sporgenti m. 0,25 sono costruiti fino al quarto piano in corsi regolari di pietra artificialmente rossa martellinata.

Sopra i finestroni e la porta, col davanzale a m. 10,15 sopra il piano del piazzale, sono aperte delle trifore della stessa luce dei finestroni ed alte m. 1,50 con cantoni, pilastrini e davanzale sagomati in pietra artificiale. Due trifore come queste sono aperte anche nel lato della sala verso il monte.

Il cornicione di gronda colla sporgenza massima di m. 0,90 ed alto m. 1,20 è in gettata di calcestruzzo armato. Un cornicione di dimensioni minori corre anche sul lato verso il monte.

I pilastri d'angolo terminano superiormente con un coronamento sagomato con mensoloni in gettata di cemento armato.

Nel cornicione è scavato il canale di gronda largo m. 0,50. Da questo l'acqua piovana viene scaricata mediante sei tubi di doccia; cinque dei quali sono disposti simmetricamente in corrispondenza delle lesene sulla facciata nord ed uno sul mezzo della facciata verso l'Oglio.

Sulle due facciate e sul lato verso il monte corre un attico alto m. 1,10 con coronamento superiore sagomato in gettata di calcestruzzo.

La copertura è piana coll'inclinazione verso la fronte nord di cm. 15 su tutta la larghezza. Essa consiste in una soletta in cemento armato dello spessore di m. 0,05 con superiore strato di asfalto naturale e sostenuto da travetti appoggianti su travi traliccio abbinate pure in cemento armato poste in corrispondenza delle lesene.

Tutte le finestre e la porta sono munite di serramenti in ferro con vetri.

La sala-macchine, atta a contenere sette gruppi idroelettrici e tre gruppi di eccitatrici, è lunga internamente m. 62,80 e larga m. 12,50, con un'altezza netta, sotto le travi a traliccio, di m. 11,90.

Il pavimento, che si trova precisamente alla quota 400,00 sul livello del mare, è in piastrelle di cemento e graniglia di marmo. Le fosse contenenti le saracinesche delle turbine sono coperte con lamiera stirata. Le pareti sono intonacate con imbiancatura a due riprese e tutto attorno corre uno zoccolo in stucco di marmo artificiale alto m. 1,80.

Attualmente si trovano in posto cinque gruppi idroelettrici e due eccitatrici, una a motore elettrico ed una a turbina, appoggianti su fondazioni in gettata di calcestruzzo in cemento. Le fondazioni furono costruite anche per la terza eccitatrice a motore elettrico e per i due gruppi idroelettrici ancor mancanti. Le relative fosse riempite di ciottoli e ghiaia, sono ora coperte col pavimento. Appoggiate a lesene interne, corrispondenti a quelle esterne, e sporgenti m. 0,50, corrono longitudinalmente sui due lati della centrale due travi in cemento armato, col piano superiore a m. 9,44 sopra il pavimento e che portano il binario di corsa della gru elettrica. A questa si accede per mezzo di due scale poste ai due estremi della sala formate da grappe infisse nel muro.

Longitudinalmente alla sala-macchine sotto le turbine corre il canale di scarico il quale ha principio sotto la turbina dell'eccitatrice e porta le acque direttamente nel fiume Oglio, sottopassando con galleria artificiale, lunga m. 13,90, il breve tratto di piazzale tra la centrale ed il fiume.

Il canale di scarico, il cui fondo in muratura, si trova a m. 6,00 sotto il pavimento della centrale e precisamente alla quota 394,00, è largo internamente m. 3,00 con piedritti alti m. 3,30 ed è coperto con volto in gettata di calcestruzzo ad arco ribassato di freccia m. 0,50.

Pure longitudinalmente contro il muro a valle, col pavimento in gettata di calcestruzzo a m. 4,50 sotto quello della sala, corre il corridoio dei fili, largo m. 3,00 con piedritti alti m. 3,50 e coperto con volto ad arco ribassato di freccia m. 0,50. Questo corridoio è in comunicazione colle fosse degli alternatori per mezzo di aperture di luce di m. 1,00 ed alte m. 2,25. Le pareti delle fosse degli alternatori e quelle del corridoio dei fili sono rivestite per un'altezza di m. 2,60 con uno strato di cemento con armatura interna di rete metallica.

Nel corridoio si discende per mezzo di una scala con gradini in gettata di cemento, posta nel fabbricato ad uso spogliatoio e latrine addossato al fianco della centrale verso il monte ed anche

da una botola situata nella sala-macchine all'estremo di mattina e coperta da lamiera striata.

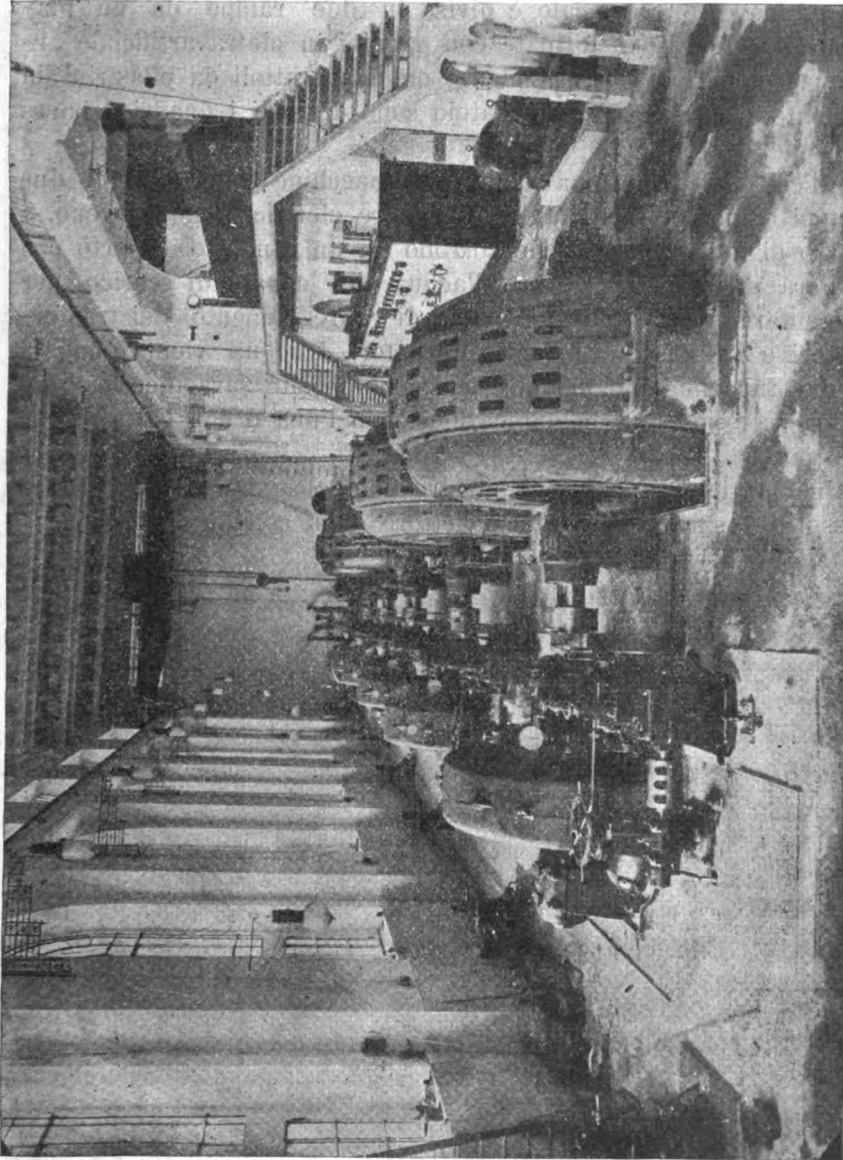



Fig. 9.

Una cunetta che corre longitudinalmente nel corridoio dei fili raccoglie le acque d'infiltrazione e le porta in un pozzetto posto nel sotterraneo del locale posteriore.

Lungo la parete a valle della sala due scale larghe m. 1,25, simmetricamente disposte, conducono ad un ballatoio lungo m. 12,80 posto a livello della sala quadri.

Ognuna di queste scale è divisa in due rampe da un pianerottolo. Esse sono formate con gradini in pietra artificiale armata sostenuti in corrispondenza dei pianerottoli da pilastrini in cemento armato. Sotto il ballatoio sono disposti i quadri a bassa tensione.

All'estremo di mattina della sala-macchine sono collocati due gruppi di pompe centrifughe a motore elettrico che servono, a mezzo di appositi tubi che corrono in un condotto coperto con lamiera striata, ad elevare l'acqua del canale di scarico per alimentare il serbatoio dell'acqua di raffreddamento dei trasformatori e dei cuscinetti degli alternatori. L'acqua viene immessa in due tubazioni indipendenti che, con apposite saracinesche, possono esser poste in comunicazione con l'una o con l'altra delle due pompe.

Una porticina aperta nel pilastro d'angolo verso monte dà accesso alle saracinesche del collettore della condotta forzata.

(*Continua*).

IPSOMETRO A PRISMA

Prof. Claudio Pasini

1. — *L'ipsometro a prisma* è uno strumento tascabile che serve a determinare piccole altezze di oggetti accessibili, su terreno orizzontale, o non troppo inclinato.

La recente relazione, assai favorevole, che, dopo una lunga serie di esperienze eseguite per l'impianto di condutture aeree, mi fece l'ing. B. Schiesari della società Thomson Houston, mi ha indotto a far conoscere questo mio strumento pubblicamente.

Come vedesi nella sezione rappresentata nella fig. 1, l'ipsometro si compone: di due tubi $p\ q$ ed $r\ t$ scorrevoli a dolce sfregamento uno nell'altro, di un prisma triangolare di cristallo $a\ b\ c$, di una livelletta $e\ d$, di uno specchio metallico $f g$, e di una mezza lente convergente $l\ i$.

Il tubo minore $p q$, è chiuso esternamente da un coperchio a vite nel cui centro è praticato un piccolo foro (*oculare*) O; il tubo maggiore è composto di due parti, una cilindrica $r\ s$, e l'altra di forma parallelepipeda $s\ t$, chiusa in $t\ u$ da un disco di vetro (*obbiettivo*).

Il prisma, fissato alla faccia inferiore del parallelepipedo, è appoggiato alla faccia di destra, e l'angolo $\hat{a}$ sporge dall'istrumento. Esso è costruito in modo tale, che un raggio incidente $S P$, dopo due riflessioni interne, esce secondo una direzione $Q\ O$ inclinata di 45° sulla $S P$.

A tale scopo gli angoli diedri del prisma, hanno i seguenti valori:

$$\hat{a} = 45^\circ \qquad b = 112^\circ\ 30' \qquad c = 22^\circ\ 30'$$

e la faccia *b c*, sulla quale non avviene mai riflessione totale, è completamente argentata.

Lo specchio *f g* è saldato internamente sulla faccia sinistra del tubo, ed inclinato di 45° su quella inferiore. Una incisione trasversale e bene marcata, divide lo specchio per metà.

Esternamente, ed al disopra dello specchio, è fissata la livelletta *e d*, la cui armatura è interrotta anche nella parte inferiore, perchè la bolla possa riflettersi nello specchio passando la luce per apposita apertura praticata sulla faccia superiore del tubo.

Fra lo specchio ed il prisma, rimane una fessura abbastanza

Fig. 1.

larga, da permettere la chiara visione diretta di oggetti che si trovino dinanzi allo strumento, quando si applica l'occhio in *O*.

La lente *l i* serve a portare l'immagine della bolla alla visione distinta dell'osservatore, chè in caso diverso, data la piccolezza dello strumento, si troverebbe troppo vicina all'occhio per essere veduta. Per adattare lo strumento alle differenti facoltà di accomodamento, si sposta convenientemente il tubetto oculare.

Nel suo complesso lo strumento risulta adunque costituito da un piccolo livello di Abney, e da un prisma triangolare atto alla costruzione degli angoli semi-retti.

2. — Per misurare un'altezza, ad esempio di un fabbricato, si procederà nel modo seguente:

Prima di tutto conviene stabilire un mezzo per individuare, in modo facile e spedito, la verticale che passa per il prisma, quando l'osservatore è nell'atto di misurare un'altezza.

Questa operazione si fa una volta per sempre, osservando, coll'aiuto di un assistente, per qual punto del piede passa il filo a

piombo abbassato dal prisma, quando, collo strumento all'occhio, l'osservatore si sente bene equilibrato e composto nella persona.

Per misurare l'altezza *P B* (fig. 2), bisognerà collocarsi ad una distanza tale dall'oggetto, da vederne comodamente la sommità.

Posto allora l'occhio in *O*, si sposti il tubetto oculare finchè si veda bene distinta l'incisione dello specchio; diretto poi l'istrumento all'oggetto, lo si faccia ruotare lentamente dall'alto al basso, o viceversa, finchè l'immagine della sommità *P*, apparisca sul prisma, e venga a portarsi sul prolungamento della incisione, come è indicato nella fig. 3,

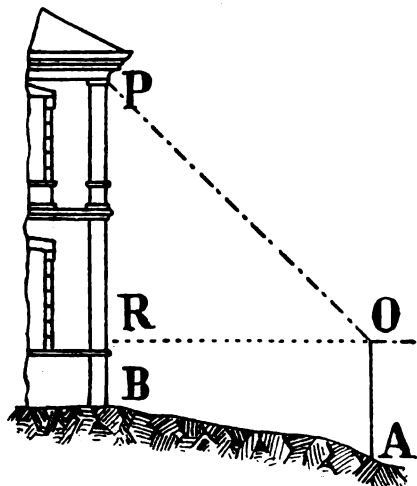
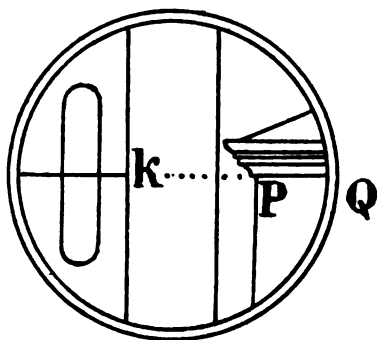



Fig. 2. Fig. 3.

dove *h k* è l'incisione, e *P Q* l'immagine della sommità della facciata, data dal prisma.

Ciò fatto, se l'istrumento trovasi inclinato verso il basso bisognerà camminare verso l'oggetto, e bisognerà allontanarsi invece, se l'istrumento è inclinato verso l'alto. Camminando tanto in un verso che nell'altro, si procuri di mantenere sempre l'immagine *P Q* circa sul prolungamento di *h k*, e perciò si sarà obbligati ad alzare a poco a poco l'estremità obbiettiva nel primo caso, ed abbassarla nel secondo.

Avverrà un istante nel quale l'immagine della bolla comparirà nello specchio, ed allora procedendo con maggior cautela, si eseguiranno piccoli spostamenti, finchè si è riesciti a far in modo che la bolla sia tagliata per metà dall'incisione, allorchè il prolungamento di questa passa per *P Q*. Diremo allora che si è *collimato* alla estremità *P Q* dell'oggetto (fig. 3).

Si tenga poi orizzontale lo strumento osservando che la bolla

resti centrata, e traguardando per lo spazio libero centrale, si faccia segnare sul fabbricato il punto R (fig. 2), sul quale va a proiettarsi l'incisione. L'altezza $P B$ del punto P dal suolo, sarà eguale a $B R + A B$, essendo A il piede della verticale abbassata dal prisma. Queste distanze si possono misurare comodamente, con un nastro metrico.

3. — Anche su di una strada ristretta è possibile procedere a misurazioni di altezze, giacchè non è necessario collocarsi di fronte all'edificio, ma basta fissare su di esso una verticale qualunque, individuata ad esempio da uno spigolo, da una lesena, o dalle spalle delle finestre che si corrispondono nei diversi piani, e misurarla camminando anche assai vicini all'edificio stesso.

Nel prendere l'altezza di un punto sporgente da un muro, bisogna ricordare che la distanza $A B$ (fig. 2) va sempre misurata dalla stazione alla verticale abbassata dal punto stesso, verticale che si può sempre individuare con sufficiente approssimazione anche dal basso.

Dopo poche prove, con questo strumento, si acquista la pratica necessaria per operare con celerità e colla voluta esattezza. Con questo mezzo è possibile prendere tutte le dimensioni delle parti architettoniche di un fabbricato senza dar noia ad alcuno. L'altezza ad esempio di una finestra, è eguale al cammino che bisogna percorrere sul terreno, per passare dal luogo nel quale si è collimato all'architrave, a quello in cui si collima al davanzale. È per questo che l'ipsometro può riescire di qualche utilità anche agli ingegneri architetti.

Inoltre può servire come semplice livello, pei lavori di grossolana approssimazione.

L'esemplare adoperato dall'ing. Schiesari, fu costruito qualche anno fa dalla Filotecnica di Milano, dietro mie indicazioni.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

La trasmissione telegrafica delle fotografie per mezzo del Telestereografo Belin [1].

La trasmissione della fotografia a distanza per mezzo di una linea telegrafica o telefonica sta ormai per uscire per merito di Edoardo Belin, dal campo sperimentale, per entrare in quello pratico della stampa illustrata quotidiana. È lecito inoltre sperare che gli ultimi apparecchi di questo inventore, modificati e resi portatili, stati illustrati al Congresso internazionale di fotografia a Bruxelles (1910) e che si trovano ora in costruzione a Londra, oltre che rendere utili servigi nel caso di spedizioni geografiche e scientifiche, siano suscettibili di importanti applicazioni nel campo militare.

Il capitano Cesare Tardivo inviato dal Ministero della Guerra, dopo aver rilevata la bontà dei risultati ottenuti cogli apparati fissi e presentati dall'inventore stesso al Congresso volle sincerarsi della praticità del funzionamento degli apparecchi medesimi.

A tale intento si recò col Belin stesso a Parigi nei suoi laboratori, ed ora crede di poter asserire che la trasmissione delle immagini col nuovo sistema può veramente effettuarsi con rapidità e precisione.

Per tal modo ora che coi dirigibili militari provvisti di macchine fotografiche, si sono tanto facilitate le ricognizioni lontane di opere militari e dislocazione di truppe nemiche, sarà possibile, al ritorno del dirigibile, trasmettere al comando in capo, mezz'ora dopo aver sviluppato le lastre, la fotografia a corredo delle informazioni telegrafiche.

---

(1) *Annali Società Ingegneri-Architetti italiani.*

L'idea di trasmettere le fotografie per mezzo del telegrafo come si tramette la scrittura, era già stata proposta da quei primi inventori che s'erano accontentati di riprodurre dei disegni o degli autografi.

Alla fine dell'anno 1906 il prof. Korn di Monaco diede al problema della telefotografia (così impropriamente lo si denomina) una prima ed interessante soluzione basata sull'impiego del selenio. Il suo processo ricevette anche un principio di attuazione con un tentativo di servizio regolare fra Londra, Parigi e Berlino. Poi altri procedimenti furono proposti e l'apparecchio del prof. Korn non ebbe ulteriori applicazioni.

Nel mese di novembre 1907, Edoardo Belin di Parigi già allievo

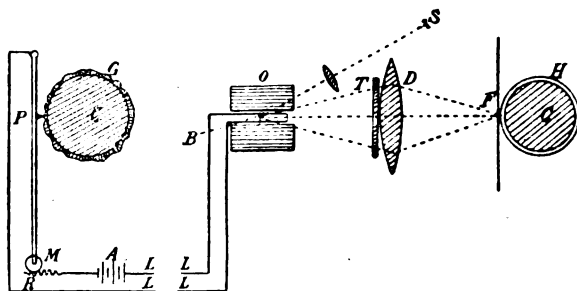



Fig. 1.

del dottor Eder di Vienna, fece conoscere un procedimento nuovo, interamente diverso da quello proposto dal prof. Korn. L'importanza del suo processo fu dimostrata da una serie di esperienze effettuate nel 1908 in Francia sopra un circuito costituito da 1717 km. di linea a doppio filo, ed alla fine del 1909 dà ancor più concludenti esperienze effettuate tra Parigi e Londra.

Il principio dell'apparecchio è per sommi capi il seguente:

Al posto di partenza, la prova da trasmettere, costituita da una fotografia *G* (v. fig. 1) su carta al carbone (nella quale, come si sa, l'immagine è formata da uno strato di gelatina di grossezza proporzionale all'intensità delle tinte e quindi variamente rilevata) è arrotolata sopra un cilindro *C* animato da un moto elicoidale uniforme. Contro questo cilindro si appoggia una punta *P*, fissata all'estremità del braccio minore di una leva, il cui braccio maggiore porta una rotella *M* funzionante da cursore sopra un minuscolo reostato *R*. Questo reostato formato da 20 lamine conduttrici, separate da 19 lamine isolanti, non misura più di 2,5 mm.

di larghezza totale. Ciascuna lamina conduttrice è riunita ad una resistenza conveniente. Il tutto è montato all'estremità della linea assieme alla sorgente di elettricità mentre il posto ricevente è all'altra estremità. In questa la corrente arrivando, attraversa un galvanometro molto sensibile e sopratutto molto rapido nei suoi movimenti, per costruire il quale, l'inventore ha preso per modello l'oscillografo Blondel.

Quest'oscillografo è costituito da un'elettrocalamita *o* molto potente nel cui campo magnetico sono tesi due fili estremamente sottili e molto vicini, i quali terminano la linea. Al punto di mezzo di questi due fili, è fissato uno specchietto, anch'esso molto piccolo. Quando una corrente, proveniente dal trasmettitore, passa nella linea lo specchio gira in seguito alla torsione dei fili, e ciò in misura tanto maggiore quanto più è forte la corrente.

Il periodo di questo sistema elementare è così piccolo, che si possono registrare delle correnti variabili raggiungenti una frequenza di 50,000 periodi e più per secondo.

Sullo specchio dell'oscillografo viene a convergere il fascio luminoso emanato da una sorgente luminosa fissa *S*, ad es. da una lampada Nernst. Il fascio luminoso, riflesso dallo specchio, incontra prima una lente convergente *D* e viene così a formare in un punto *F* l'immagine di una stretta fessura posta avanti la sorgente luminosa *S*. In questo punto, che è fisso malgrado le deviazioni dello specchio, è posta un'apertura estremamente stretta per dove passa la luce e contro la quale ruota un cilindro eguale a quello del posto trasmettente, animato dalla stessa velocità e che porta la superficie sensibile sulla quale viene a formarsi la nuova immagine fotografica.

Il sincronismo dei due cilindri è assicurato da un dispositivo speciale che non è il caso di descrivere perchè non costituisce una novità del processo.

Davanti alla lente convergente è posto uno schermo sfumato, la cui opacità va dalla trasparenza assoluta al nero più perfetto: ed è disposto in modo che la regione trasparente coincida coll'asse ottico del sistema, mentre la regione completamente opaca è vicino al bordo della lente. Questo schermo o scala delle tinte è simmetrico rispetto alla sua regione trasparente, di modo che la tinta va oscurandosi in misura eguale a destra e a sinistra dal centro della lente.

Ciò stante, il funzionamento dell'apparecchio è il seguente:

Quando il cilindro del posto di trasmissione è messo in moto,

i rilievi dell'immagine in gelatina agiscono sulla punta ed imprimono così alla leva degli spostamenti di ampiezza proporzionale alla grossezza della gelatina stessa. In seguito a tali movimenti, il cursore inserisce automaticamente sulla linea un numero più o meno grande di resistenze, e queste ultime sono calcolate in modo che, tenendo conto delle costanti dipendenti dalla linea stessa, l'intensità della corrente varii come il numero delle bobine di resistenza inserite, e cioè come l'altezza del rilievo, od ancora come l'opacità del negativo originale che si deve riprodurre.

Al posto di arrivo, le variazioni di intensità della corrente sulla linea hanno per effetto di far ruotare più o meno lo specchio dell'oscillografo, e per conseguenza di far deviare più o meno il fascio luminoso riflesso dal centro verso il bordo della lente. Ma con tale movimento lo stesso fascio incontra ciascuna volta una regione diversa della scala delle tinte e si trova tanto più smorzato, quanto più detta regione è opaca, cioè quanto più questo si allontana dal centro della lente.

L'intensità luminosa nel punto ove si svolge il cilindro ricevitore varia dunque a ciascun istante, ma essa è sempre proporzionata alle deviazioni del galvanometro, cioè ai valori del negativo originale, e poichè essa ha per conseguenza d'impressionare più o meno la carta fotografica e produrre sia dei bianchi sia dei neri non escluse le mezze tinte, la immagine trasmessa si trova ricostruita, punto per punto al posto di ricevimento, secondo una lunga elica che finisce per ricoprire tutta la superficie, dando l'impressione di un'immagine completamente unita poichè il cilindro compie sei giri per ciascun millimetro di percorso secondo l'asse.

È evidente che se invece di far sì che il fascio riflesso oscilli, per esempio, dal centro della lente al bordo di destra, lo si fa invece oscillare dal bordo di sinistra verso il centro, si ottiene l'estinzione della luce quando prima la si aveva tutta e viceversa; in tal modo la prova resta completamente cambiata di segno o sarà a volontà positiva o negativa.

Questo risultato si ottiene col semplice comando di una vite posta sotto l'oscillografo. Infine si possono ottenere prove più o meno vigorose, sostituendo alla scala delle tinte normali, una scala più o meno urtata od aumentando più o meno l'intensità luminosa del fascio di luce incidente.

Tali erano le disposizioni state adottate fino alla metà circa dell'anno 1909.

Il modo però col quale era stato formato il posto di trasmissione si prestava ad alcune critiche. L'inerzia meccanica della leva ed il movimento vibratorio di cui era animata riuscivano nocivi per i dettagli si rilevava inoltre la impossibilità di ottenere delle tinte sfumate rigorosamente fuse, perchè il cursore passando bruscamente da un valore al seguente senza transizione, non produceva che venti gradazioni di tonalità, invece delle infinite gradazioni delle sfumature.

Pertanto questo dispositivo di trasmissione è stato interamente

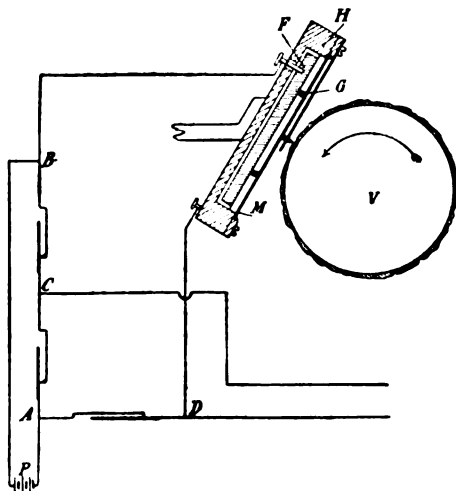



Fig. 2.

abbandonato, e rimpiazzato da un microfono, di tipo analogo a quello che si impiega generalmente per la telefonia ma disposto in modo che le variazioni di altezza del rilievo dell'immagine da trasmettere diano luogo a corrispondenti variazioni d'intensità di corrente nella linea.

Nella scatola cilindrica del microfono, è collocato come fondo, un disco di carbone *F* (v. fig. 2), sopra questo disco riposa una rotella isolante sottilissima, forata da buchi di 2 mm. di diametro. In tre di questi buchi, scelti al vertice di un triangolo equilatero, sono disposti tre granuli di carbone sui quali s'appoggia una membrana vibrante di carbone di 90 mm. di diametro e di 0,7 mm. di grossezza.

Una sottilissima lama metallica, fissata alla scatola per una ectremità *H*, porta all'altra estremità ed in corrispondenza del centro della membrana una doppia punta che si appoggia da una

parte sotto il negativo fotografico da trasmettere e dall'altra parte sopra la membrana stessa. Questa membrana è unita elettricamente, per mezzo della scatola, a un polo del circuito, mentre l'altro polo fa capo alla lastra di fondo; il circuito rimane così completato dai tre granuli di carbone che, frapposti fra le due lamine di carbone, costituiscono la sola resistenza variabile introdotta nel sistema.

Questo speciale microfono, studiato e costruito dall'inventore, ha risposto benissimo allo scopo.

Una sola e grande difficoltà ancora sussisteva: un microfono costituisce per sè stesso una piccola resistenza, e le variazioni di resistenza che esso può subire sono in conseguenza affatto trascurabili rispetto alla resistenza assoluta d'una linea un po' considerevole.

In telefonia, tale difficoltà è girata mediante l'impiego di una

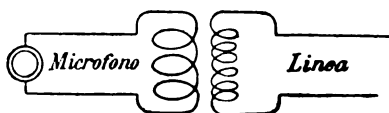



Fig. 3.

bobina d'induzione, che funziona come un trasformatore elevando il potenziale della corrente, ma un tale dispositivo non poteva essere impiegato qui poichè avrebbe avuto per conseguenza di confondere i bianchi e i neri.

Infatti l'insieme agirebbe (v. fig. 3) come un rocchetto di Ruhmkorff in cui il microfono fosse inserito sul primario e la linea facesse parte del secondario. In tali condizioni è noto che la tensione della corrente che si ha nel secondario non è proporzionale all'intensità istantanea i che si ha nel primario ma bensì alle variazioni che la corrente stessa subisce, cioè alla variazione $\frac{d\,i}{d\,t}$ che è nulla per un qualunque valore costante di i. Di conseguenza, nei bianchi, nei neri e nelle mezze tinte uniformi, cioè nei tratti di spessore uniforme di gelatina, la corrente sulla linea sarebbe nulla.

La difficoltà è stata superata in modo molto soddisfacente per mezzo del seguente artificio: il microfono è montato al posto della resistenza da misurare sul braccio di un ponte di Wheatstone il quale, come è noto è costituito (fig. 4) oltre che dalla resistenza da misurarsi, da tre altre resistenze a, b, c, variabili

con continuità (tutte e tre o solamente una o due di esse) e delle quali si conosce il valore. Posta la resistenza r da misurarsi sul lato $M\ N$, si regolano le resistenze variabili in modo che il galvanometro G non accusi passaggio di corrente; allora il valore r è dato dalla relazione $r = \frac{a\ b}{c}$. Nel ponte di Wheatstone applicato al sistema di cui si tratta, il microfono M è al posto

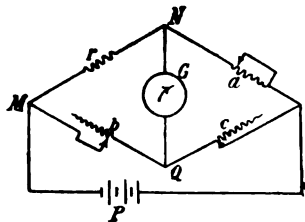



Fig. 4.

della resistenza r, e la linea sostituisce il ponte $N\ Q$ ove il posto ricevente R è al luogo del galvanometro (fig. 5).

Gli altri tre bracci del sistema possono essere scelti a volontà

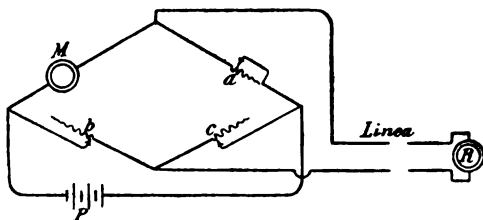



Fig. 5.

e sono regolabili in modo da permettere, secondo le circostanze, di disporre di tutte le sensibilità e di tutte le intensità.

Un grande vantaggio di questa disposizione è quello di mantenere la proporzionalità tra il ricevitore e il trasmettitore qualunque sia la lunghezza della linea che li separa. In queste condizioni il posto di trasmissione è ridotto alla sua più semplice espressione ed il suo aspetto ricorda in tutti i punti quello di un ordinario fonografo.

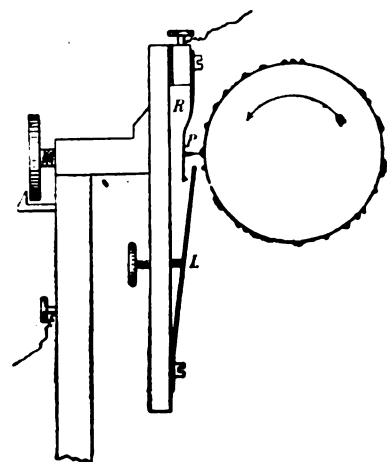
Il cilindro portante la prova in rilievo gira davanti al microfono mentre la punta fissata all'estremità della lama metallica flessibile si appoggia costantemente, da una parte sul cilindro e dall'altra sulla membrana del microfono, come lo zaffiro d'un fonografo che agisca simultaneamente sui solchi del cilindro di

cera e sulla membrana del diaframma. Grazie all'estrema sensibilità del microfono, diviene non solo possibile, ma indispensabile di ricorrere a rilievi debolissimi.

Il documento da trasmettere può essere così pronto in 25 o 30 minuti e poichè la durata di trasmissione (per un formato 13 × 18) non eccede i 2 o 3 minuti, si può ammettere che circa un'ora dopo l'avvenimento di un fatto e la registrazione del medesimo a mezzo della fotografia, questa possa venire utilmente riprodotta a 2000 km. di distanza.

Fig. 6.

Poichè il telestereografo deve servire in certo modo di apparecchio telegrafico universale, così si deve egualmente poterlo impiegare per la riproduzione delle immagini a tratti o degli autografi, epperò per trasmettere urgentemente schizzi, piani, ecc.

Il dispositivo diviene allora semplicissimo. La prova da trasmettersi preparata in rilievo sia fotograficamente sia a mezzo d'inchiostro speciale, viene distesa sopra un cilindro analogo a quello già descritto.

Il microfono è costituito da un piccolo interruttore sensibilissimo, formato da una lama rigida *L* e da una piccola molla flessibile e leggera *R* (v. fig. 6).

Questa porta un contatto che, appoggiandosi contro la lama *L* inserisce l'apparato nel circuito della linea.

Questa molla porta inoltre una punta *P* che prende appoggio sul cilindro di trasmissione.

Si comprende come un rilievo od un incavo della prova interrompa o chiuda il circuito, operazioni che si effettuano assai rapidamente in virtù della sensibilità della molla.

Alla stazione ricevente la gamma delle tinte è sostituita da un diaframma munito d'una piccola fessura che lascia passare la luce quando il circuito è aperto.

Regolando poi il ricevitore, si può a volontà ottenere un telofotogramma positivo e negativo.

La superiorità di questa disposizione su altre proposte è di non richiedere per la trasmissione alcun foglio di metallo o carta metallizzata come nei sistemi derivati da quello Caselli.

Qualunque carta va bene, purchè non troppa grossa, e purchè ben patinata per impedire all'inchiostro di penetrare nella pasta. Si è detto più sopra che, per tale trasmissione, si può adoperare un inchiostro speciale. Questo non deve essere nè troppo fluido nè troppo denso. Si ottiene un risultato soddisfacente sciogliendo nell'acqua una quantità conveniente:

1.° di destrina o qualche altra sostanza atta a legare sufficientemente il liquido;

2.° uno o più sali solubilissimi, come il solfato di soda, di magnesia, ecc.;

3.° una materia colorante qualunque solubile nei sali qui sopra indicati.

Tracciato lo scritto, l'acqua evapora lasciando sulla carta un deposito cristallino che costituisce un rillievo sufficiente pel funzionamento dell'apparecchio. Per la migliore trasmissione delle fotografie, conviene che queste sieno approntate con la carta al carbone appositamente preparata dalla casa Illingworth di Londra e dalla casa Lamy di Courbevoie, che non è altro che una carta al carbone che può essere stampata, sviluppata ed essiccata all'alcool rapidamente. L'essiccazione si compie sul cilindro sul quale la prova si adagia mentre è ancora umida.

Vi sarebbe il mezzo di ottenere lo stesso negativo in rilievo su vetro immergendolo dopo lo sviluppo, in una soluzione acquosa di solfato di rame, acqua ossigenata, acido nitrico e bromuro di potassio.

Dopo un minuto, la gelatina si disgrega in tutte le regioni dell'immagine dove si trova argento ridotto, proporzionalmente alla quantità di argento, quindi nei grandi neri la gelatina sparisce quasi interamente mentre nelle parti chiare rimane; dopo circa due minuti l'operazione è completamente terminata, invisibile per trasparenza, è percettibile per riflessione, mercè il rilievo che sussiste. La lastra poi, per la diminuita grossezza di gelatina, si essicca rapidamente.

Disgraziatamente la lastra per essere ispezionata in tutti i suoi punti dalla punta del microfono dovrebbe avere un movimento continuo e a velocità costante a spirale, oppure un movimento di va e vieni, nessuno dei quali è attuabile in pratica.

D'altra parte le negative pellicolari non possono sopportare il trattamento ora indicato per le lastre; quindi è necessario seguire la stampa sulla carta al carbone.

Per rendere sempre più pratico il suo processo, il Belin ha

pensato di rendere gli apparecchi trasmettitori o ricevitori portatili, ideando così il *telestereografo portatile.*

Per un buon servizio di corrispondenza fotografica, è ancora concepibile l'esistenza di un posto fisso solamente ricevitore, qualora si faccia impiego di apparecchi trasmettitori portatili.

Questi ultimi indispensabili pel vero servizio di campagna, debbono essere composti solamente d'un cilindro, d'un microfono e d'un organo motore elettrico o meccanico, suscettibile d'essere convenientemente sincronizzato coll'organo motore dell'apparecchio ricevitore fisso, installato insieme cogli apparecchi di misura necessari e con la sorgente di corrente elettrica.

L'insieme di queste disposizioni è molto semplice, sopratutto se, coll'impiego d'un movimento d'orologeria, si sopprime l'ingombro degli elementi di accumulatore necessari pel motore che deve mettere in moto il cilindro.

Per mettere in circuito l'apparecchio portatile sulla linea, esso è munito di due conduttori flessibili, provvisti di attacchi speciali da fissarsi rapidamente ai morsetti di linea di un posto telegrafico o telefonico qualunque. L'apparecchio portatile potrebbe anche fissarsi in un altro punto qualunque della linea. Esso porta con sè la sorgente di elettricità per la corrente di trasmissione, che è data da una batteria di piccole pile a secco, con una forza elettromotrice, ai morsetti della batteria non superiore a 25 volt

L'apparecchio ricevitore può anch'esso essere trasportabile, ma per la sua costituzione è necessariamente più ingombrante di quello trasmettitore; pur tuttavia può trovar posto, come un telegrafo da campo, sopra una vettura a due ruote. Occorre notare che tutte le esperienze preventivamente fatte col telestereografo su linee esistenti, sono state fatte con una tensione di 60 volt, senza dar luogo ad alcuna perturbazione. Per le esperienze Parigi-Londra la tensione era stata ridotta a 30 volt. La disposizione attuale offre delle garanzie ancora maggiori poichè la tensione ai morsetti della batteria non sorpassa mai i 20 volt.

Infine è evidente che per la trasmissione delle immagini a tratti, vale a dire per tutte le trasmissioni dove non entrano mezze tinte e che si adoperano solo coll'apertura e chiusura del circuito, si può usufruire della telegrafia senza fili.

Il Belin sta ora modificando gli apparecchi per poter effettuare la trasmissione coi cavi sottomarini i quali richiedono speciali disposizioni a motivo della loro forte capacità elettrica.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, Gerente.

del

DEL

: 17

70

0

50

(398.40)

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

GLI IMPIANTI IDROELETTRICI DELL' ADAMELLO NELL' ALTA VALLE CAMONICA

Diagrammi di regolazione rilevati con tacografo Horn, delle turbine installate nella Centrale di Cedegolo

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 10 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 31 Maggio 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

PRIVATIVE INDUSTRIALI

22 Luglio 1903 Vol. 173, N. 217 Reg. Att. e N. 68151 Reg. Gen., per:

Otturatore articolato a ginocchio per caricatori a rinculo,

rilasciato al Signor **Andreas Wilhelm Schwarzlose**, a *Charlottenburg* (Germania):

23 Dicembre 1909, Vol. 299, N. 49 Reg. Att. e Numero 100640 Reg. Gen., per:

Roue à bandage métallique pour automobiles,

rivendicazione di priorità dall'8 aprile 1908) rilasciato al Signor **Nestor Braibant**, a *Bruxelles* (Belgio):

9 Gennaio 1911, Vol 331, N. 63 Reg. Att. e N. 109627 Reg. Gen. per:

Filet de tire bouchon,

(rivendicazione di priorità dal 13 Maggio 1909) rilasciato al Signor **Victor Hainisch**, a *Trieste* (Austria);

CEDONSI

Rivolgersi per comunicazioni all'*Ufficio internazionale brevetti d'invenzione e marchi di fabbrica*
G. Giacomo Guarnieri
Via Durini, N. 5 - Milano.

LA SOCIETÀ DELLE TRAMVIE DI BUDAPEST (Budapesti Közuti Vaspálya Társaság), ed il Signor Anton STELLER a *Budapest*, concessionari del brevetto italiano Vol. 113, N. 159 Reg. Att. e N. 52716 Reg. Gen., nonchè dei due brevetti di complemento: *a*) Vol. 113, N. 179 Reg. Att. e *b*) Vol. 117, N. 107 Reg. Att., per il trovato:

Telaio per veicoli a trazione elettrica,

sono disposti a cedere i brevetti od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della
Ditta Ing. Barzanò e Zanardo
Via Bagutta, 24 - Milano.

CAPITALE VERSATO L. 600.000

Sede in MILANO: Via Castelfidardo, 7

FILIALI:

GENOVA: Via Consolazione, 7 R
FIRENZE: Via Orivolo, 39
TORINO: Corso Oporto, 21

— SOCIETÀ ANONIMA — FORNITURE ELETTRICHE

Importazione e deposito di materiale elettrico

LAMPADE AD INCANDESCENZA - CONDUTTORI ISOLATORI IN PORCELLANA PER ALTO E BASSO POTENZIALE - VETRERIE COMUNI E DI LUSSO
CARBONI PER ARCHI

Lampade a filamento metallico
"Z", - Economia 75 % - "Philips"

RAPPRESENTANZE GENERALI PER L'ITALIA:

Istrumenti di misura / **Apparecchi per quadri** } **Dr. P. MEYER A. G. - BERLINO**

VENDITA ESCLUSIVA per TUTTA L'ITALIA del materiale brevettato contro le frodi.

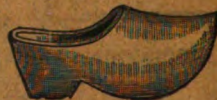
SECURITAS - Lampade-Portalampade-Commutatori - SECURITAS

VENDITA ESCLUSIVA PER L'ITALIA DEI

imitatori di corrente
brevetto "MAZZUCCONI"

Merce sempre pronta

Fabbrica di Zoccoloni

P. J. TRYNES, Arnheim (Olanda)

FONDATA NEL 1880

Ripetutamente premiata. Occupa 300 operai. La più alta onorificenza per zoccoli con e senza cuoio

Esposizione Mondiale di Amsterdam 1895

Regolarmente disponibili almeno 200,000 paia.

OFFERTE GRATIS E FRANCO

Pregasi corrispondere francese o tedesco.

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO DI ENERGIA ELETTRICA

L'impianto idroelettrico dell'Adamello

(continuazione, vedi N. 9)

---

b) Fabbricato per i quadri e i trasformatori, ecc. — Questo fabbricato è appoggiato al muro sud della sala macchine col fianco a monte sul prolungamento di quello della sala stessa.

Del fabbricato, che dovrà avere ad impianto completo una lunghezza uguale a quella della sala-macchine, attualmente fu costruito solo il corpo centrale e la parte a mattina.

Il corpo centrale colla mezzaria sull'asse trasversale della sala macchine, sporge in pianta m. 18,40, ed ha una larghezza di m. 12,80 per i primi m. 7,20 e di m. 9,40 per i rimanenti m. 11,20; la linea di gronda è a m. 16,00 sopra il piano del piazzale.

Il corpo a mattina sporge da quello centrale m. 3,90 per la lunghezza di m. 13,95 e quindi forma un altro risalto esterno di m. 7,90 per i rimanenti m. 13,95. Le due parti sporgenti, coperte da tetto piano, hanno la linea di gronda a m. 10,65 sopra il piano del piazzale. Il rimanente del fabbricato della lunghezza di m. 18,40, uguale alla sporgenza del corpo centrale, si eleva m. 22,50 sopra il piano del piazzale.

Le fondazioni ed i muri di elevazione sono in muratura di pietrame.

I singoli corpi di fabbricato sono coperti con tetti piani in cemento armato con superiore strato di asfalto naturale per le due terrazze del corpo centrale e del corpo sporgente, e di holzcement per la terrazza del corpo più elevato.

Nella copertura del corpo centrale sono aperti quattro lucernari in ferro con vetri rigati, due piani e due sporgenti sopra il

livello del tetto. Questi ultimi sono muniti di ante mobili nella parete verticale.

La facciata sud del corpo centrale ha intonaco a stabilitura in malta con zoccolo alto m. 1,10, due fascie marca piano in malta di cemento e superiormente una cornice di gronda alta m. 0,50. In questa, si trova scavato il canale di gronda, che a mezzo di due doccie in lamiera zincata riversa le acque piovane nei relativi condotti di scarico.

Una finestra centrale e due porte con tre gradini d'accesso ciascuna si aprono al piano terreno e superiormente tre finestre per ciascuno dei due piani.

Le spalle, architravi e davanzali sagomati sono in pietra artificiale.

La fronte verso il fiume, nella quale sono aperti quattro finestroni è tirata con semplice rinzaffo in malta.

I due corpi sporgenti hanno uno zoccolo alto m. 1,50 formato con due corsi di granito, e due corsi di pietra artificiale rossa che corrono sulle facciate verso sud e sui due risalti che prospettano il fiume. Nel primo di questi, largo m. 3,90, è aperta una finestra di luce m. 1,75 ad arco ribassato con superiore quadrotto; nella facciata sud lunga m. 13,95 sono aperte tre finestre di luce m. 2,00 pure ad arco ribassato con superiori bifore. Il davanzale delle finestre si trova a m. 2,15 sopra il piano del piazzale, quello delle bifore a m. 8,20. I cantonali, le armille ed i davanzali delle finestre sono in granito. Le bifore ed il quadrotto hanno cantonali, pilastrini e davanzali in pietra artificiale.

La fronte verso fiume larga m. 7,90, ha una porta centrale di luce m. 3,00 con superiore trifora, e nella facciata a sud lunga m. 13,55 sono aperte due finestre ad arco a tutto centro con superiori bifore. Come per le precedenti, i cantonali, le armille ed i davanzali sono in granito, per le bifore e la trifora, i contorni ed i pilastrini sono in pietra artificiale. In questo corpo sporgente negli angoli sonvi cantonali in granito che si elevano dal piano dello zoccolo al cornicione di gronda. Questo, alto m. 0,90, corre sulle quattro fronti con una sporgenza di m. 0,70, ed in esso è scavato il canale di gronda che a mezzo di quattro tubi di doccia scarica le acque pluviali.

Superiormente al cornicione corre un attico alto m. 1,20 con pilastrini d'angolo aventi decorazioni in gettata di cemento.

Il corpo più elevato ha tutte le pareti esterne in intonaco liscio con pilastri d'angolo, lesene e decorazioni in gettata di

cemento. La facciata verso nord ha sei finestre per piano con contorni sagomati in pietra artificiale che legano tra loro le finestre dei due piani. Quelle dell'ultimo piano servono per l'uscita dei fili ad alta tensione. Nella fronte verso il fiume e nell'ultimo piano che si eleva sopra la terrazza del corpo centrale, sono aperte cinque finestre con contorni in cemento. Nella facciata a nord che si eleva sopra la copertura della sala-macchine sono aperte all'ultimo piano quattro trifore e superiormente alle due verso il monte dodici quadrotti per l'entrata dei fili conduttori dell'energia creata alla centrale d'Isola. I contorni ed i pilastrini di tutte queste aperture sono in pietra artificiale.

La facciata verso il monte non ha alcuna decorazione, ed è soltanto intonacata e stabilita in malta.

Un cornicione di gronda alto m. 1,20 e sporgente m. 0,90 corre tutto attorno al fabbricato descritto, e porta superiormente un attico alto m. 1,20 con pilastrini d'angolo e superiore coronamento in gettata di cemento.

Nel cornicione è scavato il canale di gronda, il quale a mezzo di quattro canali scarica le acque sulle terrazze sottostanti.

Sotterraneo. — Parallelamente al corridoio dei fili, col fondo alla stessa quota e diviso da questo dal muro di fondazione a sud della sala-macchine, corre per tutta la lunghezza del corpo avanzato, un sotterraneo largo m. 6,00.

Questo sotterraneo è coperto con volto ad arco ribassato in gettata di calcestruzzo ed ha il pavimento e le pareti per un'altezza di m. 2,60 rivestiti con uno strato d'intonaco in cemento portland armato con rete metallica.

Una cunetta longitudinale raccoglie l'acqua di infiltrazione e la conduce in un pozzetto, che riceve anche quella del corridoio dei fili. Da questo pozzetto l'acqua viene elevata mediante una pompa centrifuga in un tombino che corre sotto il piazzale esterno. In questo sotterraneo sono collocati gli apparecchi totalizzatori. In corrispondenza al corpo centrale alcuni fori aperti nel muro di divisione dal corridoio dei fili e nel volto di copertura servono di passaggio alle condutture.

Una porta aperta all'estremo verso mattina mette in comunicazione il sotterraneo col corridoio dei fili.

Piano terreno. — Dalla sala-macchine a mezzo di porta di luce m. 1,60 aperta di fianco al quadro a bassa tensione, si accede ad un locale corrispondente al sotterraneo, della lunghezza di m. 37,60 e largo m. 6,20. In questo, in corrispondenza al quadro a bassa

tensione, sono collocate le intelaiature per i reostati degli alternatori e nella parte a monte sono distribuite su tre file le celle, con divisione in cemento armato, contenenti le sbarre collettrici degli alternatori a 10,000 volt.

Posteriormente a questo, il corpo centrale è diviso in tre parti con tramezze in mattoni forati: un corridoio largo m. 2,00 che conduce dal locale contenente le intelaiature per i reostati all'esterno, sul piazzale posteriore della centrale, e due locali, uno contenente i trasformatori per il servizio ausiliario, l'altro gli accumulatori.

Dal corridoio si accede ad un locale posto nel corpo a mattina della lunghezza di m. 25.90 e largo m. 10,20 contenente i trasformatori. Questi, in numero di quindici, sono collocati in celle separate da tramezze in cemento armato, disposte longitudinalmente sui due lati. Sulla mezzaria corre per tutta la lunghezza un binarietto con carrello trasbordatore. Nel lato nord è aperto un passaggio di luce m. 3,00 che mette nella officina di riparazione, nella quale i trasformatori possono essere trasportati con apposito binario.

In questa officina lunga m. 11,95 e larga m. 10,70 è disposta una fossa per calarvi i trasformatori in riparazione ed una gru elettrica a ponte che corre su rotaie sostenute da travi in cemento armato. Una porta di luce m. 3,00 mette sul piazzale esterno.

In comunicazione con questo locale e con quello dei trasformatori si trova l'officina meccanica lunga m. 13,15 e larga m. 3,10 e disposta lungo la fronte sud del locale dei trasformatori.

Primo piano. — Al primo piano si accede per mezzo delle due scale poste nella sala macchine e che conducono al ballatoio che corre davanti al locale dei quadri ad alta tensione. Questo locale che ha un'apertura di luce m. 12,00 verso la sala-macchine, riceve luce anche dai lucernari aperti nella copertura di tetto piano. In esso si trovano tre quadri di manovra, quello degli alternatori, quello dei trasformatori e quello delle linee partenti.

Posteriormente alla sala dei quadri, separata da questa con una tramezza in mattoni forati nella quale sono aperte due porte, si trova un locale ad uso ufficio della lunghezza di m. 9,40 e largo m. 3,35 e soprastante al locale degli accumulatori.

Dalla sala dei quadri si accede a tre locali disposti parallelamente alla sala macchine lunghi m. 26,00 e delle larghezze, il primo di m. 6,30, il secondo di m. 10,40 ed il terzo di m. 3.10.

In essi furono costruite le celle, separate da tramezze in cemento armato, contenenti le colonne di manovra per gl'interruttori dei rasformatori.

Nel primo di questi locali lungo il muro di divisione della sala macchine si svolge in due rampe divise da pianerottolo una scala alla cappuccina in ferro che conduce al piano superiore.

Una veranda coperta a vetri con inteleiatura in ferro che corre

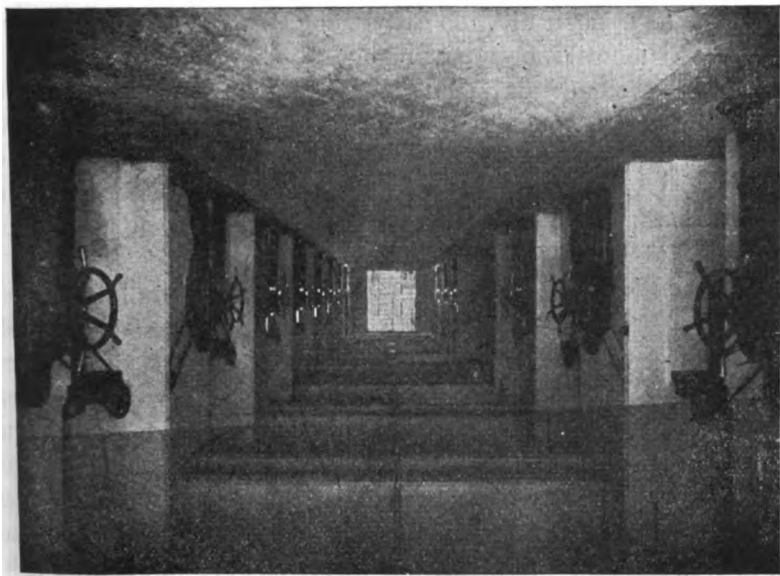



Fig. 10.

sul lato verso il monte del fabbricato mette in comunicazione i tre locali degli interruttori e serve per passaggio di condutture.

Secondo piano. — Al secondo piano nel corpo centrale si trova un pianerottolo protetto da parapetto in ferro che corre sopra il locale ad uso ufficio e lungo il lato a monte della sala dei quadri. Questo corridoio mette in comunicazione due locali disposti parallelamente alla sala macchine della lunghezza di m. 26,10 e della larghezza di m. 6,40 l'uno e l'altro di m. 10,40.

Il primo, nel quale sbocca la scala d'accesso e dal quale si parte un'altra uguale che conduce al piano superiore, contiene gl'interruttori delle linee partenti. Il secondo mediante tramezze in cemento armato è diviso in celle contenenti le sbarre collettrici a 60000 volt.

Anche a questo piano una veranda coperta a vetri lungo il lato verso monte serve di comunicazione e di passaggio alle condutture.

Terzo piano. — Al terzo piano sonvi solamente due locali corrispondenti a quelli del secondo. Nel primo sono disposte le celle per le linee d'arrivo della centrale di Isola, nel secondo le celle per i parafulmini.

Tutti i solai che dividono i varî piani dei retrodescritti corpi di fabbricati e che portano le coperture di tetto sono tutte in cemento armato e costituiti da travi maestre, travi secondarie e solette. I pavimenti sono tutti in piastrelle di cemento a graniglia di marmo, eccezione fatta pel locale dei quadri ad alta tensione che ha pavimento in *parquet* e dell'ultimo piano in cui l'impiantito è in gettata di cemento. Le pareti sono ad intonaco liscio ed imbiancate. I serramenti interni ed esterni sono in ferro con invetriate e soltanto le due porte d'ingresso al locale uso ufficio sono munite di serramenti in quercia.

Nella sala delle macchine (vedi tav. 6) sono installate cinque grandi turbine Pelton da 4700 HP a 420 giri, ad asse orizzontale ed una piccola da 500 HP a 650 giri che aziona una delle dinamo a corrente continua per l'eccitazione. Le prime accoppiate direttamente agli alternatori consumano a pieno carico 1 mc. d'acqua ed utilizzano un salto di 470 metri. Ogni turbina ha un solo ugello a spina conica, comandata dal regolatore automatico e con meccanismo di regolazione a mano; le pale sono in acciaio smerigliate e fissate singolarmente ad un disco pure in acciaio; la lubrificazione dei supporti è automatica ad anelli.

Il regolatore è a servomotore con olio in pressione generata da una pompa che fa parte del gruppo meccanico del regolatore. Venne prescritta una variazione del numero dei giri del 5 % in più od in meno, ottenibile dal quadro di manovra mediante comando elettrico.

Garanzie contrattuali: a pieno carico 78 %, a $^3/_4$ 78 % a $^1/_2$ carico, 75 %; a carico costante sulle linee, le variazioni di velocità dovranno essere appena percettibili. Per il distacco istantaneo di tutto il carico, l'aumento massimo di velocità sarà del 14 % e contemporaneamente le valvole sincrone a chiusura aumatica lenta impediranno un aumento di pressione superiore al 10 % della pressione di regime.

Le turbine da 4700 HP. svilupparono alla prova una potenza massima del 20 % superiore a quella normale; il loro rendimento a 3/4 di carico risultò dell'82 % circa. Col repentino distacco del ca-

rico di 4700 HP. l'aumento massimo di velocità è del 5 % circa sulla velocità finale di regime; questa è del 4 % superiore alla velocità iniziale in carico.

Gli alternatori, accoppiati alle turbine mediante giunto rigido,

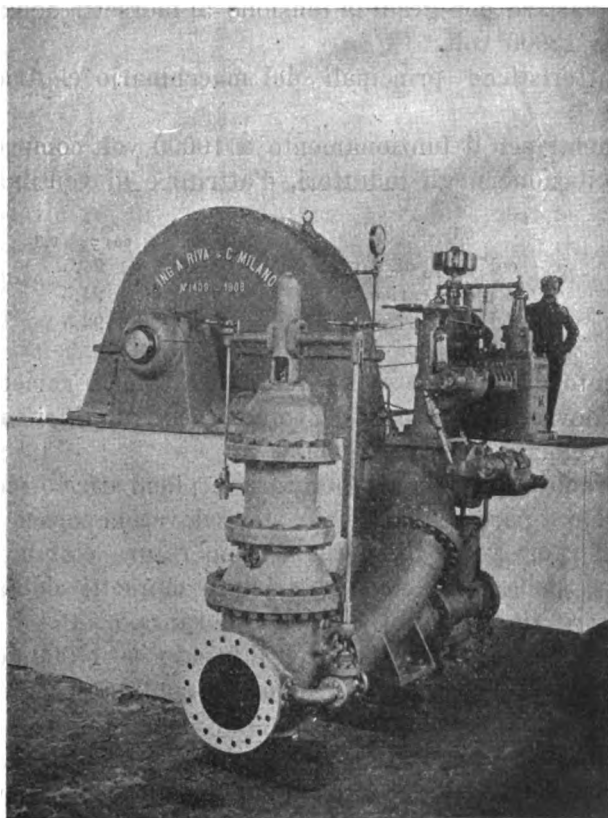



Fig. 11.

sviluppano 5000 K.V.A. alla tensione di 9000-12000 volt con frequenza 42 a 420 giri.

La tensione così elevata dei generatori è dovuta al fatto che la centrale di Cedegolo dovrà marciare in parallelo con quella di Isola nella quale si genera l'energia a 12000 volt di tensione.

Gli alternatori sono del tipo ad indotto fisso esterno ed induttore rotante; l'indotto pesa 27 tonn. è lamellare a fori semichiusi isolati con micanite di 5 mm. di spessore, nei quali passano dieci conduttori in parallelo due a due accuratamente isolati con mica;

l'induttore ($G D^2 = 75000$ kgmq.) è in acciaio fuso in un solo pezzo con 12 poli riportati a coda di rondine ognuno con avvolgimento d'eccitazione costituito da 86 spire di rame nudo a sezione piatta; esso può sopportare un'aumento di velocità dell'80 % sulla normale. L'eccitazione a 125 volt può essere regolata in modo da variare per gradi la tensione ai morsetti dell'alternatore da 9000 a 12000 volt.

Le caratteristiche principali del macchinario elettrico sono le seguenti:

Rendimenti per il funzionamento a 10000 volt comprese le perdite d'eccitazione negli induttori, d'attrito e di ventilazione:

	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,8$
col 10 % di sovracarico	95.5	94.5
a pieno carico . . .	95.5	94.5
a $^3/_4$ di carico	94.5	93.5

L'aumento di tensione della marcia a pieno carico a 10000 volt non dovrà superare i 700 volt per $\cos \varphi = 1$ rimanendo costanti la velocità e l'eccitazione.

La sopraelevazione di temperatura a pieno carico ($\cos \varphi = 0,8$) in qualunque parte superficiale non dovrà superare i 40° C. e quella del rame i 40° C. sopra la temperatura d'ambiente.

La curva della forza elettromotrice ai morsetti dell'alternatore dovrà essere sinoidale col 3 % di tolleranza.

Isolamento di prova: 22000 volt a freddo — 17000 volt a caldo.
I sovracarichi ammessi: 10 % in modo continuo; 25 % per mez-z'ora e 50 % per un'istante.

La corrente d'eccitazione nel campo degli alternatori viene fornita, come si è visto, da due dinamo eccitate in derivazione ed a poli compensati, l'una comandata da una turbina da 500 HP e l'altra da un motore asincrono di 500 HP a 220 volt sviluppando la corrente d'eccitazione (2700 amp.) a 125 volt, con un rendimento a pieno carico del 94 %. Una delle due eccitatrici è di riserva.

Nel locale dei trasformatori, che come si è visto è addossato alla sala delle macchine, sono installati in celle distribuite su due file, quindici trasformatori monofasi con collegamento a triangolo tanto sul primario che sul secondario. La potenza di ciascun trasformatore è di 2700 Kw. con un rapporto di trasformazione 10000-60000 elevabili a 72000 nel caso che una delle due linee restasse fuori servizio e si dovesse provvedere coll'altra al trasporto di tutta l'energia generata.

I trasformatori sono del noto tipo ad olio con raffreddamento ad acqua circolante in un serpentino.

Caratteristiche principali a 72000 volt:

	Rendimento			*Caduta di tensione*
1/1 carico	98.7	per cos φ	= 1	Cos φ = 1 — 1.05 %
	98.3	»	= 0.8	Cos φ = 0.9 — 2.85 %
3/4 »	98.6	»	= 1	Cos φ = 0.8 — 3.55 %
	98.2	»	= 0.8	Cos φ = 0.7 — 4 %
1/2 »	98.3	»	= 1	
	97.8	»	= 0.8	

Sopraelevazione di temperatura a pieno carico continuato (45 amp. — 72000 volt) $\leqq$ 45° C. sopra la temperatura dell'acqua di raffreddamento. In caso di mancanza di questo mezzo di raffreddamento i trasformatori dovranno poter funzionare per due ore senza superare di 60° C. la temperatura dell'aria ambiente supposta questa di 25° C.

Sovraccarichi: 10 % in modo continuo, 25 % per un'ora, 50 % per 15 minuti.

Consumo a vuoto: 27 Kw. a 60000 volt.

L'isolamento fra avvolgimento e massa è garantito per 90000 volt.

Quadro. — Questo occupa la parte centrale dell'edificio; è studiato in modo da poter riunire l'energia prodotta dalla centrale stessa con quella proveniente dall'officina di Isola, trasformandola a 60000 volt.

Come si è visto, il fabbricato del quadro comprende quattro piani ed un sotterraneo; al piano terreno sono disposte le sbarre collettrici a 12000 volt; al primo piano gl'interruttori ad olio tanto delle macchine, che delle linee provenienti dalla centrale di Isola e dei trasformatori; al secondo vi sono le sbarre collettrici a 60000 volt e gl'interruttori di linea; all'ultimo piano le linee uscenti a 60000 volt e quelle entranti a 12000 volt provenienti da Isola ed al piano sotterraneo infine, gli apparecchi totalizzatori e registratori.

I concetti fondamentali dell'installazione sono la centralizzazione delle manovre mediante comandi elettrici a distanza, divisione cellulare degli apparecchi; impiego degli interruttori automatici a relais con eliminazione completa delle valvole; abolizione delle saldature ed impiego di morsetti speciali di raccordo.

Contro le sovratensioni si sono usati tre tipi diversi di protezione per ogni filo e precisamente: sei parafulmini a corna in serie

fra loro colle relative resistenze ad acqua; parafulmini a rulli ed a getto d'acqua a zampillo verticale ascendente.

Al medesimo piano delle linee in partenza a 60000 volt, ma dalla parte opposta di queste entrano, come si è visto, le quattro linee a 12000 volt provenienti dall'officina di Isola le quali attraversando bobine di self, coltelli separatori ed interruttori ad olio immettono nelle sbarre collettrici a 12000 volt, disposte al

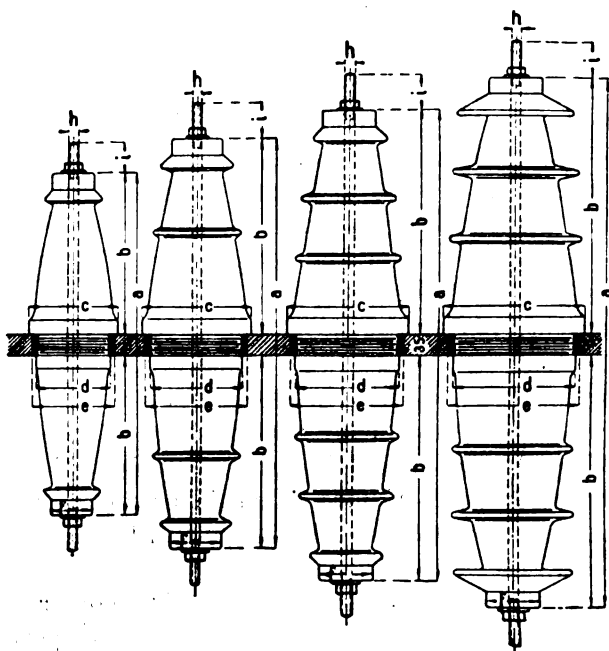



Fig. 12.

piano terreno sulle quali si effettua appunto il parallelo fra le due centrali.

All'entrata, le linee sono protette con scaricatori a cilindretti e relative resistenze in carborundum, mentre dei parafulmini in alluminio, di recente introdotti nella pratica, sono inseriti sulle sbarre collettrici a 12000 volt.

La tensione variabile 9000-12000 volt dipendente dal carico di linea, ha reso necessaria l'installazione di un regolatore statico di potenziale ad induzione onde mantenere costante la tensione secondaria che serve, come si è visto in precedenza, ad alimentare il motore asincrono di 500 HP dell'eccitatrice per le pompe,

pel gruppo di carica degli accumulatori e per l'illuminazione della centrale.

Attualmente si trovano installati tre tavoli di manovra: quello per gli alternatori, quello per i trasformatori e quello per le linee.

Gli isolatori installati nella centrale di Cedegolo sono del tipo A. E. G. Standart in porcellana; hanno forma parabolica la quale da affidamento di maggior resistenza meccanica, di maggior stabilità e favorisce una distribuzione elettrica uniforme del campo interno all'isolatore aumentandone l'efficacia di isolamento.

Bacino per l'acqua di raffreddamento. — Il bacino, col fondo alla quota 421,00, fu costruito su di un ripiano scavato in roccia sulla mezza costa del monte, posteriormente alla centrale.

I muri di perimetro internamente verticali si elevano a m. 3,00 sopra il fondo. Quello a monte, di rivestimento della roccia, segue l'andamento irregolare dello scavo; quello a valle, di ritenuta, lungo m. 21,00 ha andamento rettilineo e risvolta ad angolo retto agli estremi. Quest'ultimo ha uno spessore in sommità di m. 1,00 ed un profilo esterno verticale per m. 1,00, con scarpa del 40 $^0/_0$. Un coronamento sagomato in gettata di cemento corre per tutta la lunghezza.

Il bacino avente una superficie di circa mq. 90, ha una capacità di mc. 200, ed è diviso trasversalmente in due parti di egual capacità da una tramezza rinforzata con travi in cemento armato. Una luce aperta al piede della traversa, munita di paratoia che si manovra dal piano superiore del bacino, serve a mettere in comunicazione le due parti del bacino stesso.

Nel muro a valle è aperto uno sfioratore di luce m. 0,30 colla soglia a m. 2,45 sopra il fondo e sotto a questo si trova in posto il tubo di innesto dell'ultima tubazione ad impianto completo.

Il bacino è tutto coperto da tavolato in legno, con parti mobili per le occorrenti ispezioni.

I due tubi prementi che partono dalle pompe centrifughe collocate nella sala macchine della centrale, corrono in una tombinatura, col fondo e le pareti rivestite in muratura, parallelamente al lato posteriore della centrale per tutta la sua lunghezza. In corrispondenza dello spigolo sud della centrale, risvoltano ad angolo retto portandosi al piede del monte; da qui sostenuti da pilastri in muratura raggiungono la quota di fondo del bacino e con raccordo ad angolo retto si dispongono parallelamente alla fronte, uno da una parte e uno dall'altra, sostenuti da mensole in

ferro infisse nella muratura e si innestano quindi con altro raccordo a gomito una per ciascuna delle sue parti in cui è diviso il bacino.

I due tubi in ferro del diametro di 0,15 sono collegati a flangia.

Allo stesso piano del fondo del bacino, un ballatoio con parapetto in terra corre per tutta la lunghezza sulla fronte e sul fianco a valle sostenuto da mensole in ferro infisse nella mura-

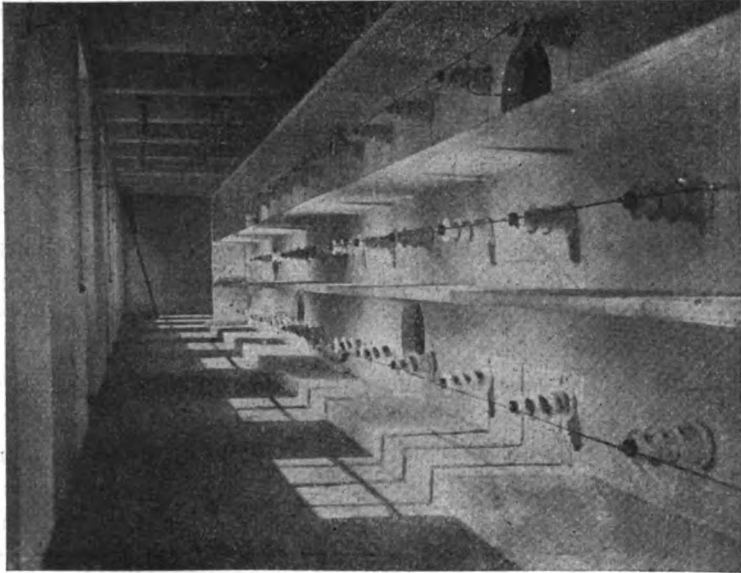



Fig. 13.

tura. A questo ballatoio che serve d'accesso alle saracinesche collocate all'innesto delle due tubazioni si accede con scaletta alla cappuccina in ferro alla quale adduce un sentiero svolgentesi sulla mezzacosta, che parte dal piazzale posteriore della centrale.

Mediante grappe infisse nel muro di ritenuta del bacino si accede al piano superiore del bacino stesso.

Dalla tubazione che corre più vicina al muro a monte della centrale con raccordo a T si staccano tre derivazioni, di cui una per il raffreddamento dei cuscinetti degli alternatori e due per il raffreddamento dei trasformatori. Queste derivazioni, munite

all'inizio di saracinesca, entrano nel fabbricato della centrale ed in corrispondenza ad esse escono i tre tubi di scarico che, sottopassando le due tubazioni sopradette riversano le acque in un tombino che corre parallelamente al fianco di mattina della centrale.

In corrispondenza all'angolo della centrale si stacca una deri-

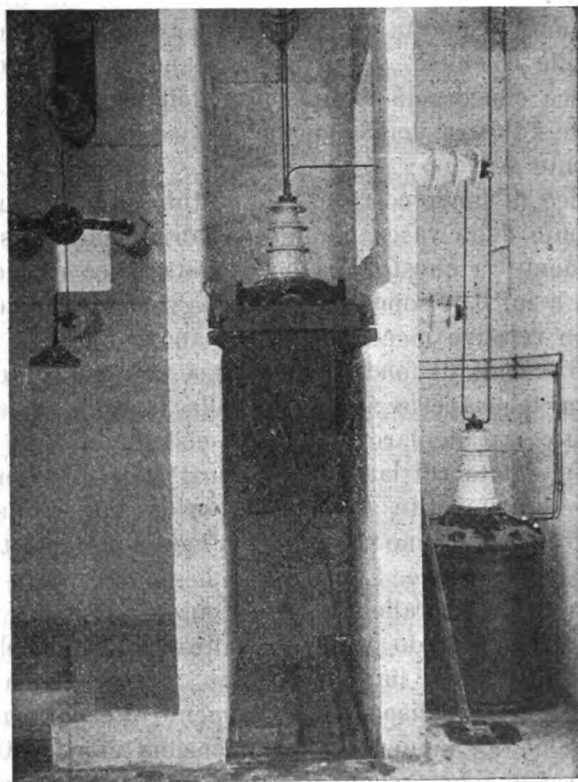



Fig. 14.

vazione, munita di saracinesca, che sottopassando il piazzale immette nella vasca delle resistenze.

Lungo le due derivazioni sono disposte delle saracinesche per regolare il percorso dell'acqua e per poter isolare, in caso di riparazione il bacino, mandando l'acqua direttamente nelle derivazioni

Vasca circolare per le resistenze. — Posteriormente alla centrale fu aperta nel piazzale una vasca circolare, per le resistenze

destinate alle prove, del diametro interno di m. 3,00 e profonda sotto il livello del piazzale m. 1,80. I muri di rivestimento dello spessore di 0,40 sono in pietrame con intonaco liscio di cemento ed il fondo in gettata di calcestruzzo.

In questa vasca, portate da ferri ad U appoggianti sul piano superiore del muro di rivestimento e sospese ad isolatori di porcellana, pescano tre piastre di rame collegate ai fili che partono dalla centrale.

L'acqua viene condotta nella vasca per mezzo del tubo di derivazione delle condotte per il raffreddamento, munito all'inizio di saracinesca che regola l'immissione dell'acqua.

A regolare l'altezza dell'acqua nella vasca ed anche a vuotarla completamente servono:

Uno scarico di fondo costituito da un tubo attraversante il muro di rivestimento della vasca e munito esternamente di saracinesca e superiormente a questo una bocca di scarico di luce m. 0,75 colla soglia a m, 0,60 sopra il fondo della vasca munita di paratoia in legno con relativo meccanismo di manovra.

Il tubo di scarico di fondo ha la presa in pozzetto della profondità di m. 0.50 aperto sul fondo della vasca e fa capo ad un altro pozzetto rettangolare delle dimensioni interne di m. 0,70 per 1,20, appoggiato col lato maggiore al muro di ritenuta della vasca, nel quale immette anche la superiore bocca di scarico. Da questo pozzo le acque sono scaricate per mezzo di apposito tombino.

Fossa di « terra ». — La fossa di messa a terra fu scavata in riva al fiume Oglio parallelamente al corso.

Questa fossa, col fondo a m. 1,00 sotto il livello dell'acqua in massima magra, ha la lunghezza di m. 20,00 e la larghezza di m. 2,00. In essa sono disposte verticalmente alternate, una di ferro ed una di rame, 20 lamiere delle dimensioni di m. 1,20 × 1,00 e dello spessore di mm. 2 completamente affondate in uno strato di carbone di legna.

Otto pilastrini, fondati su palafitte infisse nel fondo della fossa, sostengono un muricciolo, dello spessore di m. 0,40 ed elevantesi al piano del terreno naturale, che corre longitudinalmente all'asse della fossa stessa per tutta la sua lunghezza. In questo muricciuolo sono infissi i sostegni in ferro per i fili.

Tombini di scarico. — Posteriormente al fabbricato ad uso spogliatoio e latrine verso monte è collocata una fogna nella quale a mezzo di apposita tubazione di grès vengono scaricate le acque di rifiuto dei lavatoi e gli scarichi delle latrine. Detta

fogna ha pareti di rivestimento in muratura con intonaco liscio di cemento ed è coperta con lastra in gettata di calcestruzzo e chiusino circolare. Da questa la parte liquida sfiora scaricandosi in apposito tombino di luce m. 0,50 con fondo e pareti in muratura e coperto con lastra in gettata di calcestruzzo.

Detto tombino colla pendenza dell'1 $^0/_0$ corre parallelamente al lato verso il monte della centrale per tutta la sua lunghezza; risvolta quindi ad angolo retto, sotto passa il piazzale posteriore della centrale rasentando la fronte del corpo sporgente, e scarica le acque nel fiume Oglio. Nel suo percorso riceve gli scarichi dell'acqua di raffreddamento dei cuscinetti degli alternatori e dei trasformatori, ed, a mezzo di appositi tombini secondari di luce m. 0,25. gli scarichi delle acque pluviali e quella della pompa che serve per prosciugare le eventuali acque d'infiltrazione dei sotterranei della centrale.

***

Linea di trasporto. — Dai locali dei parafulmini a 60000 volt le due terne di condotture escono dalla centrale di Cedegolo protette da una piccola tettoia in vetro, su due palificazioni distinte, distanti l'una dall'altra 10 m., seguendo la Valle Camonica, la Valle Cavallina, attraversando successivamente il Serio e l'Adda terminando a Sesto S. Giovanni coprendo così una distanza di circa 120 km.; da esse si dipartono le diramazioni a semplice palificazione da Gorlago per Bergamo, da Ciserano per Pandino e in futuro per Lodi e da Cologno per Monza.

Il palo normale a traliccio in ferro omogeneo alto fuori terra 18 m. e del peso di circa 11 quintali è stato calcolato per portare sei fili di rame di 10 mm. di diametro; per ora solo tre fili vennero collocati per palo; questi distano m. 1,90 l'uno dall'altro; la campata normale è di 185 metri.

Gli isolatori sono in quattro pezzi, hanno un'altezza di circa 300 mm. e un diametro di campana di 360 mm.; detti isolatori hanno dato le seguenti prove: a secco nessun arco prima di 150000 volt: con pioggia di 500 mm. a 45° nessun arco prima di 90000 volt. L'isolatore montato sul perno è garantito per resistere ad uno sforzo orizzontale di oltre 1000 kg. La distanza minima tra filo e traliccio è di 540 mm.

Alle comuni legature del conduttore sull'isolatore furono sostituiti dei morsetti di tipo speciale.

Le giunzioni dei fili sono fatte mediante un morsetto costituito da due cunei con alveo semicircolare filettato, in cui fanno capo i due tratti di filo da unirsi; il tutto è racchiuso in un manicotto di rame.

Gli attraversamenti ferroviari furono fatti in treccia bifilare;

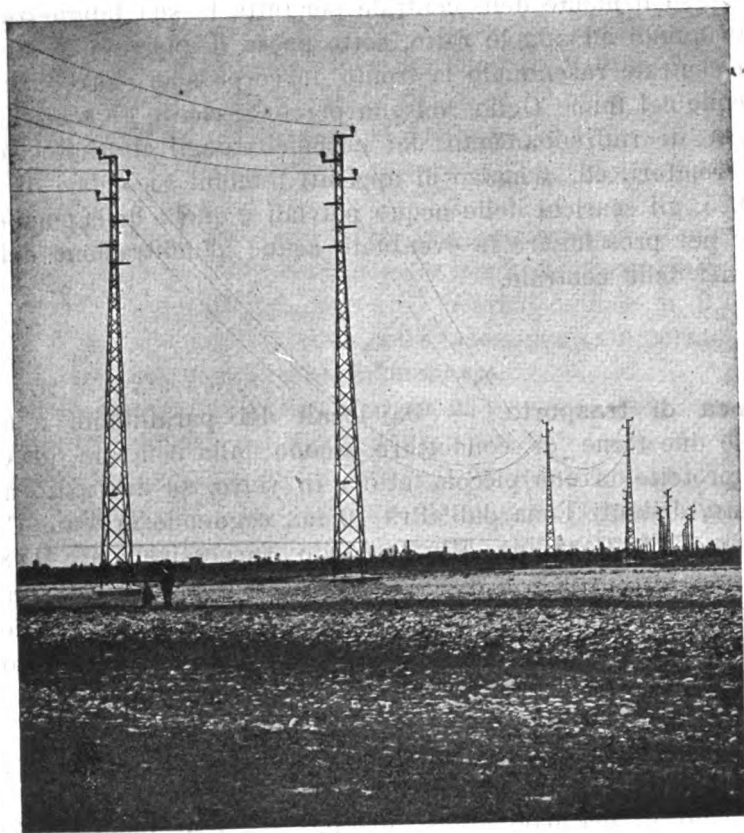



Fig. 15. — Palina traliccio della linea a doppia palificazione.

dal filo di linea si derivano due corde di rame mediante un morsetto a tre vie, le quali sono dirette a due isolatori; in seguito venne usato un morsetto a due vie, che, riunite le corde, le guida parallelamente sulla linea da attraversare; alla distanza non maggiore di un metro e venti, delle pinze speciali riuniscono fra loro le due treccie.

Coll'adozione di questi dispositivi furono abolite tutte le legature e saldature, si ottenne maggior precisione e rapidità nel

montaggio della linea, e si resero le eventuali riparazioni più facili e rapide essendo il filo fissato ai morsetti con semplici bulloni.

La linea è divisa in cinque tronchi mediante opportune cabine di sezionamento, in cui le due linee possono essere smistate fra loro in caso di guasto in un dato tronco.

Salvo la prima cabina che s'incontra partendo da Cedegolo al termine della Valle Camonica, quella di Costa Volpino che ha solo lo scopo sopradetto, le altre servono anche per le derivazioni alle sottostazioni di trasformazione.

Dalla cabina di Ciserano p. es. parte una linea per Pandino; in essa sono installati nove interruttori ad olio monofasi per 60000 volt, tre dei quali per la derivazione a Pandino a comando a *relais*, coltelli separatori e sbarre collettrici per le necessarie manovre di smistamento; come protezione della cabina si sono usati scaricatori a cilindretti con bobine di self.

Stazione di trasformazione di Sesto S. Giovanni. — La cabina di trasformazione di Sesto S. Giovanni destinata alla fornitura alla Società Edison di Milano, contiene sei trasformatori, di cui quattro da 1750 Kw., e due da 3500 Kw. ciascuno. I trasformatori sono trifasi con avvolgimento sia primario che secondario a stella e abbassano la tensione da 60000 a 13500 volt; essi sono del tipo ad olio e raffreddamento ad acqua; sono muniti di avvertitori automatici segnalanti se la temperatura del trasformatore sorpassa un dato limite ed una eventuale interruzione nella circolazione dell'acqua; possono però funzionare per oltre due ore a pieno carico anche in caso di mancanza di raffreddamento artificiale senza sorpassare i 60° sulla temperatura ambiente.

Rispondono alle seguenti garanzie:

sovraccarichi: 10 % in modo continuo
25 % per un'ora
50 % per 15 minuti.

Isolamento — Gli avvolgimenti sono stati provati nell'officina di costruzione per un minuto alla tensione di 120000 volt applicata fra due circuiti e fra il circuito ad alta tensione e massa.

Perdita a vuoto = 12 Kw.

Rendimenti:

a pieno carico 98,17 per cos $\varphi = 1$
a 3/4 98,15 » $\varphi = 1$.

Peso del trasformatore, olio compreso, 18 tonn.

Quantità d'acqua necessaria per la circolazione a pieno carico, 32 litri al minuto.

I trasformatori descritti sono posti a pian terreno rialzato, in celle distinte, tutti su una fila; essi sono muniti allo zoccolo di rotelle per essere facilmente caricati su un carrello di trasporto a sagoma speciale e condotti nell'adiacente officina per eventuali riparazioni.

Gli scaricatori della linea di arrivo a 60000 volt sono posti al primo piano; per ogni filo di linea sono installati:

uno scaricatore unipolare a cilindretti combinati con bobine multiple di self;

tre parafulmini a corna in serie fra loro, colle relative resistenze ad acqua.

Dai parafulmini le due terne di fili scendono agli interruttori ad olio per 60000 volt delle linee in arrivo posti a pian terreno. Gl'interruttori sono del medesimo tipo di quelli installati nella centrale di Cedegolo; monopolari tre a tre riuniti mediante catena Gal; comando a mano ed automatico a relais con due magneti per l'apertura e chiusura.

Le condutture salgono nuovamente al primo piano dove divise da diaframmi sono disposte le sbarre collettrici da cui si dipartono le connessioni che vanno ai trasformatori attraverso gli interruttori ad olio allineati con quelli delle due linee in arrivo.

In derivazione sulle sbarre collettrici è posto un trasformatore di tensione il cui secondario alimenta il voltometro di linea e gli scaricatori a getto d'acqua che servono specialmente contro le sopraelevazioni di tensione provenienti da variazioni nella tensione o nella corrente; gli apparecchi sono a getto verticale ascendente; l'acqua è guidata lungo un tubo di porcellana della lunghezza di circa un metro e 8 mm. di diametro; la corrente che li attraversa è di circa 0,04 amp.

Dal secondario dei trasformatori partono le connessioni a 13500 volt che scendendo nel sotterraneo vanno a finire alle sbarre collettrici, passando prima per gli interruttori tripolari ad olio collegati meccanicamente agli interruttori a 60000 volt del rispettivo trasformatore.

Dalle sbarre collettrici a 13500 volt l'energia passa direttamente nella cabina adiacente, di proprietà della Società Edison.

Nel sotterraneo sono disposti gli apparecchi per gl'istrumenti totalizzatori e registratori; le pompe di alimentazione per la cir-

colazione dell'acqua nei trasformatori e una piccola batteria pei circuiti di comando.

La sala per le manovre è adiacente a quella dei trasformatori; in essa sono installati due tavoli a pulpito, l'uno portante

Fig. 16.

gl'istrumenti per i trasformatori, l'altro, gl'istrumenti per le linee in arrivo.

A muro sono fissati un kwattometro registratore e un voltometro registratore. Due pannelli in marmo portano gli apparecchi e gl'istrumenti per i servizi ausiliari: l'uno per la parte corrente continua l'altro per la corrente alternata e comprende gli amperometri e gl'interruttori per due trasformatori ausiliari da 18 Kw. nei servizi della cabina (13500-180 volt) e gli interruttori pel motore della dinamo di carico della batteria e quelli per le pompe e per l'illuminazione della sottostazione.

Tutte le parti metalliche dell'impianto e precisamente quelle che non fanno parte di circuiti elettrici, sono collegate e messe a terra.

La sotto-stazione funziona regolarmente e senza alcun incidente da parecchi mesi e lavora in parallelo coll'energia della Società Edison che proviene a 13500 volt dalla centrale di Paderno.

Stazione di trasformazione di Seriate.

Nella cabina trasformatrice di Seriate, di proprietà della Società dell'Adamello, distinguiamo una parte a 60.000 volt, e una parte a 20.000 volt.

La prima comprende una linea in arrivo a 60.000 volt e due trasformatori a corrente trifase, sbarre collettrici e connessioni. I trasformatori sono della capacità ciascuno di 1500 K. V. A. per un rapporto di trasformazione di 62.000/20.000 volt e per una frequenza di 42 periodi al 1″; connessioni primarie e secondarie a stella. Sono a completa immersione in bagno d'olio con circolazione refrigerante d'acqua in un serpentino interno alla cassa del trasformatore.

La quantità d'acqua necessaria per ogni trasformatore, funzionante a pieno carico, è, in via normale, di 23 litri al 1″, purchè la temperatura dell'acqua non sia superata a 15°.

La parte a 20.000 comprende due scomparti per il secondario dei trasformatori, uno scomparto totalizzatore; sbarre collettrici secondarie a 20.000 volt e connessioni.

Abbiamo inoltre il quadro a bassa tensione con comando elettrico degli interruttori.

La corrente continua necessaria allo scatto automatico degli interrutori ed al comando elettrico di questi è fornita da una batteria di accumulatori composti di 30 elementi della capacità di 1 amperora, per una corrente di scarica di 3,5 ampères.

Alla carica della batteria provvede una dinamo a corrente continua azionata da un motore asincrono a corrente trifase.

Stazione di trasformazione di Pandino.

La sottostazione di Pandino, di proprietà della Società per le forze idrauliche di Trezzo sull'Adda, si può distinguere in due

parti: una serve alla trasformazione dell'energia della Società dell'Adamello da 60.000 a 14.000 volt; l'altra allo smistamento delle linee provenienti dalla centrale di Trezzo sull'Adda alla tensione di 14.000 volt e dirette a Crema e a Lodi.

Queste linee dovranno poter essere alimentate anche dall'energia della Società dell'Adamello. A questo scopo si installeranno due regolatori di potenziale, l'uno posto sulle sbarre collettrici a 14.000 volt dell'energia dell'Adamello, l'altro su quelle a 14.000 volt della Trezzo, in modo da regolare le due differenti tensioni così da poter facilmente effettuare la messa in parallelo coi soliti apparecchi di sincronizzazione.

La cabina contiene attualmente tre trasformatori da 1500 K. V. A. col rapporto di trasformazione 60.000-14.000 volt, circuito primario e secondario a stella in bagno d'olio e circolazione d'acqua, del medesimo tipo di quelli installati a Sesto S. Giovanni.

Il quadro è stato studiato in modo da poter riunire in una sola sala tutti i volantini di comando degli interrutori ad olio, nonchè tutti gli istrumenti di misura.

In questo locale, su una delle pareti longitudinali, sono montati i volantini di comando degli interrutori delle linee in arrivo a 60.000 volt e quelli del primario dei trasformatori; gli interruttori sono monopolari a tre a tre riuniti meccanicamente. Gli interruttori pel secondario dei trasformatori sono trifasi e collocati a pian terreno; sono comandati essi pure dal locale di manovra mediante un albero che scendendo verticalmente al piano sottostante mediante ingranaggio a ruota conica, apre e chiude l'interruttore; ognuno di essi è poi collegato elettricamente col rispettivo interruttore sul primario del trasformatore in modo da poter isolare questo con una sola manovra in caso di accidente.

Sulla parete opposta sono montati i volantini di comando per gli interruttori delle linee partenti ed in arrivo a 14.000 volt. Per ognuna di esse sono disposti due interruttori ad olio, uno per il servizio Adamello, l'altro per quello Trezzo, ed essi sono elettricamente collegati in modo che quando se ne chiude uno, per es. quello corrispondente al servizio Trezzo, automaticamente si apre il corrispondente (Adamello).

Riunite così tutte le manovre in una sola sala sono riusciti inutili i comandi elettrici a distanza. Ogni interruttore è munito del solo magnete per lo scatto, il quale è comandato automaticamente dai *relais* a tempo e a massima che sono montati a

muro nello stesso locale di manovra corrispondente al rispettivo interruttore, come pure a muro sopra i *relais* sono messi gli amperometri, tre per ogni linea tanto a 60.000 che a 14.000 volt.

Come protezione della cabina si sono usati:

per le linee a 60.000 volt: parafulmine a cilindretti con bobine multiple di self e relative resistenze d'acqua posti all'entrata della linea. In derivazione sulle sbarre collettrici a 60.000 volt, sono posti gli scaricatori a zampillo identici a quelli descritti per la sottostazione di Sesto S. Giovanni;

per le linee a 14.000 volt; parafulmini del tipo Wirt con resistenze in carborundum.

Stazione di trasformazione di Monza.

L'impianto di questa stazione fu eseguito a cura e spese della Società dell'Adamello in fabbricato di proprietà della Società Conti, che è l'unica utente dell'energia qui addotta.

Anche in questa cabina trasformatrice distinguiamo pure una parte a 60.000 volt ed una parte a 4.000 volt.

La prima comprende due linee in arrivo a 60.000 volt, quattro trasformatori a corrente trifase, sbarre collettrici e connessioni. I trasformatori sono della capacità ciascuno di 1750 K. V. A. per un rapporto di trasformazione di 59.000/3800 volt, frequenza di 42 periodi al secondo, connessioni primarie e secondarie a stella. I trasformatori sono a completa immersione in bagno d'olio con circolazione refrigerante d'acqua in un serpentino interno alla cassa del trasformatore.

La quantità d'acqua necessaria per ogni trasformatore funzionante a pieno carico è in via normale di 25 litri al minuto, ad una temperatura iniziale non superiore a 15° e ad una pressione di 0.5 atmosfere circa.

La parte a 4000 volt comprende quattro scomparti per il secondario dei trasformatori, uno scomparto totalizzatore, sbarre collettrici secondarie a 4000 volt e connessioni.

È in montaggio un quinto trasformatore di 2250 K. V. A. con rapporto di trasformazione 59.000/22.000 volt.

La cabina comprende inoltre un quadro a bassa tensione con comando elettrico degli interruttori.

La corrente continua necessaria allo scatto automatico degli interruttori ed al comando elettrico di questi, è fornita anche qui

da una batteria di accumulatori, composta di 56 elementi per una corrente di scarica di 9 ampères massimí.

Alla carica della batteria provvede una dinamo a corrente continua azionata da un motore asincrono a corrente trifase.

Ditte fornitrici.

Centrale di Isolo, primo salto.

Turbine: ditta Escher, Wyss – Zurigo.

Tubazione forzata: idem, idem.

Macchinario elettrico: Tecnomasio Italiano, Brown-Boveri, Milano.

Centrale di Cedegolo, secondo salto.

Turbine: Ing. A. Riva e C., Milano.

Tubazione forzata: S. A. Togni, Brescia.

Macchinario elettrico: Società Italiana A. E. G. Thomson Houston, Roma.

Condutture a 60.000 V.

Pali di linea: ditta Larini Nathan.

Isolatori di linea: ditta Tolusso.

Sotto stazioni di trasformazione di Sesto e di Pandino: Società Italiana A. E. G. Thomson Houston, Roma.

Sotto stazioni di trasformazione di Monza e di Seriate: Tecnomasio Italiano Brown Boveri, Milano.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il beton e la ceramica armati.

Si tratta, a quanto si legge nel « Il Cemento » N. 4, di un nuovo sistema dovuto a C. Poyet applicabile alle costruzioni in genere ed a tutti i lavori di architettura. Esso offrirebbe numerosi vantaggi: semplicità, facilità e rapidità d'esecuzione, e permetterebbe di fabbricare economicamente tramezzi e solai insonori e cattivi conduttori del calore.

Questo procedimento di costruzione è caratterizzato dall'impiego di un mattone forato specialé, dello spessore di 3 cm. che porta longitudinalmente quattro costole a coda di rondine sopra una delle sue facce essendo l'altra semplicemente striata.

Fig. 1.

Ai due lati vi è un'incavatura nella quale vengono disposti dei ferri tondi di 4 a 6 mm. di diametro (*a* fig. 1) rivestiti di cemento puro o mescolato con sabbia, che forma la congiunzione tra le serie di mattoni.

I solai costruiti con questo procedimento risultano formati (fig. 2) da un plafone inferiore (*a*) in mattoni, armato debolmente, che viene stabilito per il primo e sul quale sono posati verticalmente, in file parallele, dei mattoni (*b*) costituenti un'armatura laterale delle travi; sopra questo soffitto-armatura si appoggia un secondo strato di mattoni (*c*) costituito come l'inferiore, ma in esso le serie di mattoni sono interrotte in corrispondenza della trave. I ferri (*f*) possono essere anche interrotti per facilitare

l'esecuzione del solaio. Questo insieme forma una specie di stampo ed armatura in ceramica armata, molto resistente malgrado la leggerezza, in cui è colato il beton, dopo la posa di una armatura in ferro (*d*) che può disporsi secondo il sistema Hennebique o qualunque altro sistema.

Il materiale usato per la realizzazione di un simile solaio è ridotto ad un semplice rinforzo (*e*) in corrispondenza delle travi ed

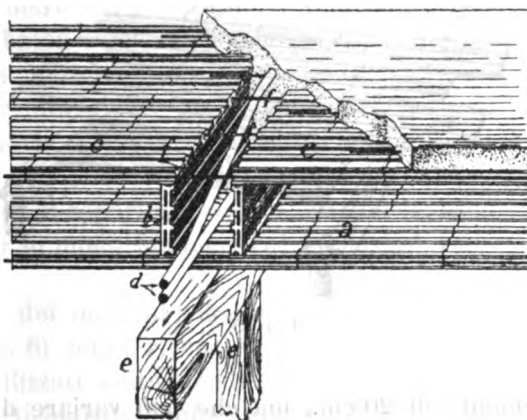



Fig. 2.

a piani di posa mobili fatti con una tavola in legno di larghezza uguale alla distanza fra trave e trave (fig. 3).

I mattoni che formano l'armatura rimangono a costituire parte della massa del solaio, apportando all'insieme il vantaggio della loro resistenza particolare (1) ed incombustibilltà, e rendono l'isolamento al suono ed al calore perfetto grazie ai canali interni riempiti d'aria.

---

(1) Nella maggior parte dei lavori, e principalmente quando si tratti di terrazzi e di solai a debole sovraccarico, i piccoli ferri imprigionati nei giunti dei mattoni sono sufficienti come armature della soletta superiore mista, ceramica e beton.

Noi diamo a questo riguardo i risultati delle prove effettuate al Laboratorio del Conservatorio delle Arti e Mestieri, sopra solai di m. 1,20 di portata.

— Ferri di 4 mm. nei giunti, cappa in beton di 5 cm.

Carico spinto a 8,786 kg. per metro quadrato e mantenuto durante 17 ore, senza rottura (freccia di 9,7 mm,).

— Ferri di 5 mm. nei giunti, cappa in beton di 3 cm.

Carico spinto a 7.747 kg. per metro quadrato e mantenuto durante 42 ore, senza rottura.

In queste due prove la cappa di beton è stata contata dal fondo dei canali del mattone.

Normalmente, la distanza delle travi d'asse ad asse corrisponde ad un intradosso di m. 1,05, ma non è questa una cifra imposta, e mercè la combinazione di mattoni di lunghezze differenti, o tagliate sul posto, l'intradosso può variare da m. 0,70 ed 1,60 e più ancora.

La stessa cosa dicasi per l'altezza dell'armatura ceramica delle

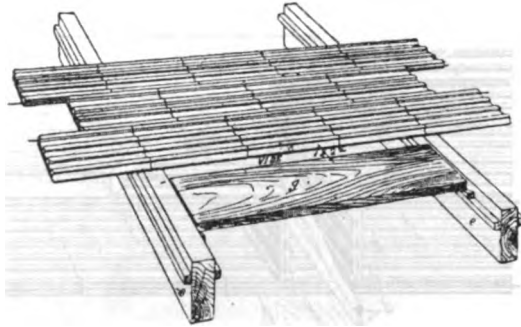



Fig. 3.

travi comunemente di 20 cm., ma che può variare di 5 in 5 centimetri a partire da un minimo di 15 cm. Lo spessore totale è aumentato da quello del plafone inferiore (3 cm.) e da quello del

Fig. 4.

beton colato sulla superficie variabile secondo le portate ed i carichi.

Quando per una ragione qualsiasi, si è obbligati ad impiegare la soletta invece del solaio a travi, il sistema *b*, *c*, *a*, trova ancora la sua applicazione nel sopprimere l'armatura necessaria alla gettata e battitura delle solette ordinarie, che è sostituita allora da un soffitto di mattoni armati che restano aderenti alle solette, per effetto delle nervature.

Per le portate un po' più grandi, questo sistema permette un'economia di beton veramente apprezzabile, riduce il peso con la disposizione indicata nella fig. 4 ove dei mattoni sono appoggiati obliquamente sulle sporgenze della soletta inferiore, sopprimendo

una gran parte del beton che non lavora per compressione e realizzando così una piastra nervata (senza nervature apparenti).

I muri maestri, tramezzi, muri divisorii (fig. 5) si fabbricano egualmente con grande rapidità e con molta semplicità.

Fig. 5.

Si mettono i mattoni uno sull'altro, colle sporgenze verso l'interno, in due serie parallele in modo da formare l'armatura nella quale è gettato e battuto il beton man mano che si aggiungono nuove file di mattoni sulle prime. Delle staffe (*a*) legano i ferri dei giunti tra le serie dei mattoni e mantengono la distanza delle pareti di ceramica al momento della battitura del beton.

Tutti i lavori di copertura, *sheeds*, mansarde, ecc., si preparano in modo analogo coi medesimi vantaggi.

Le costole dei mattoni possono servire a fissare le tegole (fig. 6) senza ricorrere ai chiodi, uncini, correntini utilizzati abitualmente per la loro posa.

Questa particolarità, unita alla facilità di messa in opera ed alla leggerezza dei materiali, ha permesso anche di usare il mattone Poyet in sostituzione dell'armatura in legname ordinaria per

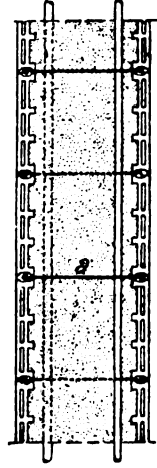
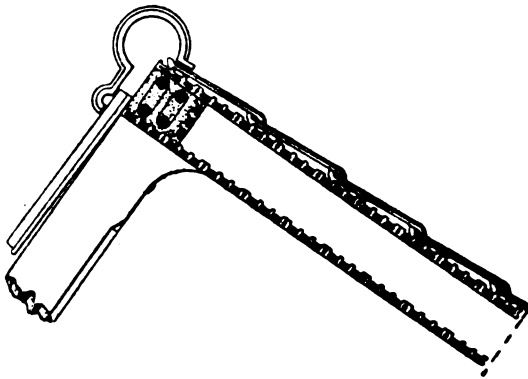



Fig. 6.

la posa delle tegole sopra ossatura in legno, ferro o cemento armato.

Benchè di recente invenzione, questo procedimento ha già avuto in Francia un certo numero di applicazioni interessanti, nella costruzione di solai e muri d'abitazioni private, solai di

caserme e di scuole, e di numerose terrazze e coperture in genere. Per queste ultime è specialmete indicato per la sua impermeabilità e la cattiva conducibilità calorifica che evita le condensazioni interne così sgradevoli a vedersi negli ambienti sotto terrazza e sotto tetto.

Coefficienti di diffusione per varie qualità di carta (1).

È noto quale importanza abbia il coefficiente di diffusione delle carte, che si adoperano per il rivestimento dei muri delle stanze abitate, per la buona illuminazione degli ambienti.

L'A. si propose lo studio di un certo numero di queste carte intorno alle quali sono così scarsi i dati che fino ad ora si hanno.

L'apparecchio adoperato era un banco fotometrico sul quale veniva fissato lo schermo di carta da sperimentare (in posizione verticale), la lampada che doveva illuminarlo (un becco a gas a reticella Auer) ed il fotometro per la misura della luce rinviata dallo schermo nelle varie direzioni. Le misure furono fatte sia illuminando normalmente gli schermi, sia illuminandoli in direzioni facenti angoli noti (15°, 30°, 45°, 60°) con la normale. Come era da aspettarsi, in tutte le carte il fenomeno della diffusione si è presentato associato all'altro, più o meno intenso, della riflessione regolare; cioè, dato che la carta fosse illuminata in una certa direzione, il coefficiente di diffusione è risultato massimo nella direzione simmetrica rispetto la normale. Un'idea dell'entità della dissimmetria che quindi si verifica nella diffusione della luce è data dalla tabella 1.ª, relativa alla carta n. 5 della tabella 2.ª, illuminata sotto un angolo di 45° con la normale; le varie direzioni considerate sono tutte situate nel piano individuato dal raggio incidente e dalla normale alla superficie.

Tuttavia qui non ripeteremo (tab. 2.ª) che i valori *medi* di questo coefficiente di diffusione per ogni tipo di carta, valori medi corrispondenti a diverse inclinazioni della luce incidente; indicazioni più dettagliate riuscirebbero superflue per la difficoltà di individuare esattamente le varietà di carta alle quali si riferisce l'A.

Questi coefficienti medi di diffusione potranno tornare utili

---

(1) F. H. Gilpin, *El. World*, vol. LXI.

TABELLA 1.ª

Angolo con la normale, della direzione nella quale si considera il coefficiente di diffusione	Cifre proporzionali alla quantità di luce rinviata alla carta	
	in una direzione situata dalla *stessa parte* della luce incidente	in una direzione situata dalla *parte opposta* della luce incidente
87.° 8'	2	7
81.°22'	6	20
75.°31'	11	31
69.°31'	15	41
63.°15'	19	49
56.°38'	23	56
49.°28'	28	60
41.°25'	33	62
31.°47'	37	61
18.°12'	43	56
0°	49	

TABELLA 2.ª

QUALITÀ DELLA CARTA				Coefficienti medi di diffusione quando la luce incidente fa con la normale angoli di		
N.	Designazione originale	Natura della superficie	Colore	0°	30°	
1	Pulp tint	Ruvida, a grana finissima	Bianco	0,55	0,58	0,56
5	» »	» »	Avana molto chiaro	0.43	0.46	0,46
6	» »	» »	Giallo Arancio molto chiaro	0,42	0,43	0,43
7	Silk fiber	Semi-lucida	Giallo arancio chiaro	0,30	0,33	0,39
4	» »	»	Grigio chiaro	0,21	0,25	0,38
13	» »	»	Verde pisello chiaro	0,18	0,21	0,28
15	» »	»	» » scuro	0,09	0,14	0,24
9	» »	»	Bruno, chiaro	0,10	0,12	0,17
19	» »	»	Bleu, chiaro	0,08	0,10	0,16
10	» »	»	Rosso ciliegia	0,06	0,09	0,14
8	Imported stock	Fibrosa	Bleu, chiaro	0,10	0,12	0,14
18	Duplex	Ruvida, grana grossa	Bleu, chiaro	0,08	0,10	0,13
11	»	» » »	Ciliegia	0,06	0,06	0,07
3	Plain	» » »	Giallo cuoio	0,35	0,36	0,31
14	»	» » »	Verde pisello chiaro	0,18	0,20	0,22
16	»	» » »	« « scuro	0,09	0,11	0,13
12	»	» » »	Rosso cupo	0,05	0,06	0,07
2	Varnished tile	Lucida	Crema	0,71	0,73	0,66
20	Imported	Granosa, lucida	Dorata	0,27	0,44	0,54
	Carta asciugante		Bianca	0,71	0,74	0,73

nel calcolo preventivo dell'illuminazione di ambienti chiusi. Poichè però questi coefficienti oltrechè dalla superficie dipendono pure largamente dal colore della luce incidente, sarebbe stata interessante la determinazione di questi coefficienti anche per luci incidenti di tono diverso da quello della luce emessa dai becchi Auer ad incandescenza; per es. con la luce, di tono più caldo, emessa dalle lampade elettriche ad incandescenza oggi così largamente adoperate, a preferenza del gas, per l'illuminazione degli ambienti chiusi.

Concorso di Istituzione Ing. GAETANO GARIBOLDI.

Regolamento del concorso.

Art. 1. — Il Collegio degli Ingegneri ed Architetti di Milano, in adempimento del Legato fattogli dal benemerito Ing. Gaetano Gariboldi con testamento 15 settembre 1886, aprirà, ogni due anni, il concorso ad un premio di lire *millecinquecento*.

Art. 2. — Il concorso vertirà su un progetto di architettura o di ingegneria civile od industriale, con opportuna alternanza tra le diverse materie.

Art. 3. — Saranno ammessi al concorso tutti gli Ingegneri ed Architetti muniti di regolare diploma rilasciato nel Regno e che non abbiano superato l'età di anni trenta nel giorno fissato per la chiusura del concorso.

Art. 4. — Ogni due anni a partire dal 1909 si procederà entro il mese di febbraio alla nomina di una Commissione di 5 membri (di cui 3 delegati dal Comitato Direttivo del Collegio, e 2 dalla Direzione del R. Istituto Tecnico Superiore di Milano), alla quale sarà deferito l'incarico di stabilire il tema su cui sarà aperto il concorso, e di addivenire successivamente all'aggiudicazione del premio.

Art. 5. — La Commissione sceglierà fra i suoi membri un Presidente e un Segretario relatore. Le deliberazione della Commissione saranno prese a maggioranza di voti, e in caso di parità il voto del Presidente sarà prevalente.

Art. 6. — Entro il successivo mese di aprile sarà dalla Commissione concentrato il programma di concorso, al quale si darà conveniente pubblicità a cura della Presidenza del Collegio.

Art. 7. — I progetti dovranno essere rimessi alla Presidenza del Collegio entro il mese di ottobre dell'anno seguente, e porteranno la firma del concorrente, che dovrà presentare anche la fede di nascita e il diploma originale, od una copia autentica del medesimo.

È a ritenersi come fatta in tempo utile la consegna del progetto quando entro il 31 ottobre il progetto stesso sia stato consegnato a un Ufficio postale del Regno, purchè tale consegna risulti comprovata dalla corrispondente ricevuta.

Ogni progetto deve portare una sola firma.

Art. 8. — Durante il mese di novembre i progetti presentati rimarranno esposti per 15 giorni almeno, in una delle sale del Collegio o del R. Istituto Tecnico Superiore.

Art. 9. — Dopo l'esposizione, la Commissione procederà all'aggiudicazione del premio. — Il voto della Commissione sarà inappellabile.

Art. 10. — Nell'adunanza ordinaria del Collegio del mese di gennaio dell'anno successivo, adunanza che per l'oggetto sarà pubblica, verrà data lettura della relazione della Commissione, e si procederà dal Presidente del Collegio alla proclamazione del risultato del concorso, invitandovi il concorrente vincitore.

Art. 11. — Subito dopo tale adunanza si effettuerà il pagamento del premio con assegno rilasciato dal Presidente sul Cassiere del Collegio.

Art. 12. — La relazione della Commissione sarà inserita negli Atti del Collegio e ne sarà data copia alla Direzione del R. Istituto Tecnico Superiore ed al concorrente premiato.

Art. 13. — Tutti i progetti, compreso il premiato, resteranno di proprietà dei concorrenti, che dovranno ritirarli non più tardi del mese di marzo successivo all'aggiudicazione.

Art. 14. — Il Collegio avrà diritto di far inserire nei propri Atti il progetto premiato, trattenendolo all'uopo tutto il tempo necessario.

Art. 15. — Nel caso che il Concorso andasse deserto, o che fra i concorrenti non si trovasse alcuno meritevole di premio, il Collegio provvederà alla destinazione della somma disponibile, sempre in relazione alle disposizioni del Legato.

Tema del concorso pel biennio 1911-1912.

Un tronco di ferrovia metropolitana sotterranea a due binari di scartamento normale attraversa secondo l'asse maggiore una piazza rettangolare di m. 65,00 × m. 45,00 in corrispondenza alla quale si deve progettare una stazione.

Il piano del ferro, orizzontale in tutta la tratta sottostante alla piazza, è alla quota 115,00; la quota media della piazza pressochè orizzontale è di 122,75.

La larghezza della galleria in binario corrente è di m. 7,20; la sua altezza, dal piano del ferro al punto più alto dell'intradosso (vôlta ribassata), è di m. 4,80.

La stazione sotterranea che deve essere progettata avrà una larghezza, al piano dei due marciapiedi laterali rialzati, di m. 14,00; lo sviluppo longitudinale dei marciapiedi stessi sarà di m. 40.00. La copertura della stazione dovrà essere studiata in cemento armato.

L'accesso, da collocarsi a distanza non maggiore di m. 15,00 da un angolo della piazza, sarà costituito da una comoda scala larga m. 5,50 ricoperta al principio da un'edicola sobriamente decorata in relazione allo scopo, scala che metterà ad una sala d'aspetto e di distribuzione dei biglietti, dalla quale si accederà poi ai due marciapiedi laterali ai binari: all'uno per mezzo di un'altra scala larga m. 4,00, all'altro per mezzo di passarella in cemento armato sovrapassante i due binari seguita da scala come la precedente larga m. 4,00.

I marciapiedi saranno rialzati sul piano del ferro di m. 0,90; la sagoma del materiale mobile ha sullo stesso piano l'altezza di m. 3.70.

Il sottosuolo nella località è alluvionale sabbio-ghiaioso ed è da ritenersi come fondo buono asciutto.

Il **progetto** dovrà comprendere:

1.° Planimetria generale nella scala di 1 a 500.

2.° Pianta dettagliata della parte più importante della stazione, sezioni trasversali e longitudinali relative nella scala di 1 a 50.

3.° Alzati dell'edicola d'ingresso nella scala di 1 a 25.

4.° Particolari più importanti per i tipi di esecuzione.

5.° Relazione accurata dei criteri seguìti dal progettista ed esposizione dei più importanti calcoli di stabilità.

Premio: L. 1500 (millecinquecento).

Scadenza: 31 ottobre 1912.

LA COMMISSIONE

SALDINI Ing. CESARE, *Presidente.* — BRIOSCHI Ing. FRANCESCO di E.
JORINI Ing. FEDERICO — LOCATI Arch. GIUSEPPE SEBASTIANO
AZIMONTI Ing. CARLO, *Segretario.*

Premio Battaglia. — La Società d'Incoraggiamento d'Arti e Mestieri, pubblica il concorso ad un premio di L. 422, pel 31 dicembre 1912, da conferirsi:

« A quel proprietario di un torcitoio da seta nelle provincie di Milano o di Como che abbia introdotto, con l'applicazione di nuove macchine, tali perfezionamenti da poter con vantaggio gareggiare con l'estero — oppure — a chi presentasse invenzioni, perfezionamenti o studi riferentisi alla bachicoltura, trattura, torcitura, tessitura, tintoria ed appretto della seta e alla lavorazione dei cascami di seta in Italia ».

Le istanze, in bollo da cent. 60, dovranno essere presentate alla sede della Società in Milano: via S. Marta, 18.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, *Gerente.*

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 11 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Giugno 1911

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

SOMMARIO.

Gli impianti frigoriferi delle moderne corazzate (1)

Ing. FRANCESCO MAURO

(con una tavola)

Nella gara leggendaria tra il cannone e la corazza, gara che, iniziata nel 1855 dinanzi a Sebastopoli, continua tuttora con alterna fortuna e con tracce evidenti sia nei progressi dell'arte navale, sia nei bilanci delle maggiori nazioni, ha avuto la più notevole influenza l'introduzione dei così detti alti esplosivi. Tutti i termini noti di paragone ne riuscirono spostati; con sacro furore presso ogni marina si affrontarono studî e prove e si raggiunsero infine quei risultati, di cui fu terribile esperimento la guerra russo-giapponese.

Tuttavia così preziosi strumenti contengono in sè stessi l'insidia paurosa dell'autodistruzione; tanto maggiore è l'energia che noi esigiamo dai moderni esplosivi, tanto meno stabile è l'assetto molecolare delle combinazioni chimiche che li costituiscono e più temibili divengono le decomposizioni, quindi le esplosioni spontanee. « Il disastro indimenticabile della corazzata francese *Jena* ed altri analoghi benchè di minore importanza hanno dato molto da pensare e da fare ai chimici ed agli artiglieri per accrescere

---

(1) Desidero cogliere tosto l'occasione di ringraziare il Ministero della Marina per l'autorizzazione concessami di pubblicare le notizie e specialmente i disegni relativi a questo mio breve studio, ed insieme il sig. ing. Massa di Genova che, quale rappresentante in Italia della ben nota casa Hall, ha messo a mia dispo- sizione, con grande cortesia, un materiale veramente prezioso.

Desidero infine chiedere venia al benigno lettore se qualche dettaglio potrà parer manchevole, qualche parte un poco monca od oscura e pregarlo di volere tener conto del riserbo che, nelle questioni trattate, è imposto a chi voglia innanzi tutto essere buon cittadino.

la stabilità delle polveri infumi in modo che offrano ogni necessaria guarentigia di buona conservazione per lungo tempo e tutto fa credere che il problema sia stato risolto in modo soddisfacente » (Bravetta).

Gli artiglieri ed i chimici hanno fatto ricorso al freddo industriale.

***

La questione, fondamentalmente, va posta in questi termini. Non appena fabbricata, la nitrocellulosa viene sottomessa all'azione di opportuni solventi (eteri, alcoli) e ridotta in una specie di pasta, che si modella in forme svariatissime, quali tubi, bacchette, sottili verghe parallelepipede e si lascia infine all'aria libera od in un essiccatoio durante il tempo necessario alla parziale evaporazione del solvente.

Si arriva così ad una specie di equilibrio, per forza di cose affatto instabile. I solventi volatili emettono di continuo vapori ad una tensione legata da leggi note alla temperatura ambiente; la volatilizzazione completa è, in sostanza, inevitabile e soltanto può essere con cure speciali più o meno ritardata. Scegliendo con accorgimento le forme, secondo cui si plasma la pasta di nitrocellulosa, si ottengono in tale senso risultati apprezzabili dato soprattutto che l'evaporazione può farsi soltanto lungo la superficie ed il materiale stesso è di ostacolo alla propagazione del calore. Anche questo però deve essere eliminato al possibile, poichè tanto più elevata è la temperatura, tanto più rapida la perdita del solvente.

Si tratta d'un fenomeno che porta a mutamenti radicali nelle proprietà balistiche dell'esplosivo; man mano che questo invecchia, la nitrocellulosa si riduce a sempre maggiore purezza, diviene lacerante e capace di generare pressioni elevatissime, con grave danno della resistenza e della durevolezza dei cannoni, nonchè velocità iniziali aumentate, con perdita assoluta della precisione di tiro, malgrado tutte le correzioni che si tentano d'introdurre.

Inoltre se la volatilizzazione invece di farsi in modo lento e regolare, avviene sotto l'influenza di variazioni di temperatura, si debbono attendere i disastri più dolorosi. Il calore decompone la polvere e l'umidità, fissando i prodotti della decomposizione, la esalta, poichè il riscaldamento nella massa non è dovuto soltanto al calore, che sviluppa l'alterazione stessa iniziatasi sotto l'influenza della temperatura ambiente, ma anche, in modo peculiare,

ai fenomeni di ossidazione provocati dal contatto dei prodotti di scissione con le sostanze organiche dell'esplosivo. Interviene infine l'azione coibente di questo, che impedisce il disperdersi per irradiazione o per conducibilità del calore sviluppato; non è quindi a stupire se tante cause insieme convergenti possono portare alla infiammazione spontanea.

Tale stato di cose vale in generale per tutte le polveri d'alta potenza a base di nitrocellulosa, ma mentre in molti casi, pur rimanendo sempre degno di attenzione, non assurge a problema fondamentale di vita, a bordo delle odierne corazzate acquista un valore essenziale. Anche trascurando le pur frequenti navigazioni in mari tropicali, basta ricordare che le navi da guerra, in condizioni normalissime e sotto qualsiasi latitudine, possono ormai paragonarsi a fornaci galleggianti; data la struttura completamente metallica e la presenza nell'interno di esse di enormi stazioni generatrici di calore, per molte parti è necessario prevedere una temperatura di regime di 40°-60° C. e talora persino di 80° C. Il che, per i moderni esplosivi, è decisamente troppo.

***

Usando dei mezzi potenti che l'industria del freddo pone a disposizione del tecnico, riesce possibile l'assicurare ai depositi di munizioni, invece della temperatura di regime ora enunciata, una temperatura che a seconda delle idee dominanti presso le varie marine da guerra oscilla tra i + 20° ed i + 30° C. (1). Tale risultato si raggiunge al postutto con un sacrifizio relativamente piccolo quanto a peso ed a forza assorbita, pur conseguendo oltre al fine principale numerosi vantaggi che, per essere di importanza secondaria, non cessano di avere un'influenza benefica sull'andamento della vita di bordo.

Per il *Waldeck-Rousseau* e l'*Edgar Quinet*, due recenti incrociatori corazzati della flotta francese, il Winter riporta i seguenti dati:

Dislocamento	14000 tonn.
Potenza complessiva dell'apparato motore . . .	36000 HP
Peso del macchinario frigorifero	59 tonn.
Peso delle isolazioni	36 »
Forza motrice occorrente per l'impianto frigorifero	147 HP

(1) Cfr. in proposito gli studi di Winter, de Goer, G. van Pittius, Ferretti e Tellier nel capitolo, relativo agli esplosivi, dei *Rapports et Communications, Premier Congrès International du Froid*, Parigi, 1908, vol. II.

Il dispendio è dunque del 0,68 % nello stazzamento, del 0,41 % nella forza motrice, cifre queste che in qualche impianto della nostra marina sono ulteriormente ridotte.

L'abbassamento nella temperatura delle santabarbare oltre che rendere piccola la tensione di vapore dei solventi ed ostacolarne perciò entro i limiti del possibile la volatilizzazione, paralizza le reazioni chimiche esotermiche; riesce in tal modo evitato il ripetersi d'accidenti dolorosi per inutile spreco di danaro e sopra tutto di vite umane, si ottengono economie notevoli nel costoso rinnovamento delle polveri e ad esse infine è conservata l'integrità e la costanza delle qualità balistiche. Allo scopo di evitare la formazione di masse di gas pericolosi e di ottenere una distribuzione uniforme della temperatura, il raffreddamento è ottenuto mediante circolazione d'aria, secondo un ciclo chiuso; le ragioni di quest'ultimo dispositivo riusciranno certamente ovvie a chi appena ripensi alle osservazioni poco sopra formulate. Tuttavia bisogna prevenire il generarsi di miscele tonanti; teoricamente, per vero dire, esse parrebbero di difficile formazione, ma in simili casi è opportuno attenersi ad un margine di sicurezza molto elevato. Di tratto in tratto conviene dunque aprire il ciclo e mandare nei depositi aria direttamente aspirata dall'atmosfera; la fig. 1 riproduce appunto la disposizione adottata con tale scopo a bordo della *Vittorio Emanuele* per i magazzini prodieri.

***

Tutte le corazzate moderne della nostra flotta sono munite di impianti frigoriferi, come appare dalla tabella seguente:

ANNO		NOME	Dislocamento	Tipo dell'impianto frigorifero
del varo	del completamento			
1907	1909	Roma	12625	a CO_2 - Hall di Dartford
1905	1908	Napoli		» » »
1904	1908	Vittorio Emanuele		» » »
1904	1907	Regina Elena		» Bromowski Schulz di Praga
1901	1905	Regina Margherita	13430	» Hall di Dartford
1901	1906	Benedetto Brin		» » »
1908	1910	S. Marco	9830	» » »
1908	1909	S. Giorgio		» » »
1908	1909	Amalfi	10120	» » »
1907	1909	Pisa		» » »
1902	1905	Francesco Ferruccio	7350	ad aria - Bromowski Schulz di Praga (?
1899	1901	Giuseppe Garibaldi		a CO_2 - Hall di Dartford
1899	1901	Varese		» » »

Ho già notato come a bordo, introdotte per necessità di cose le macchine frigorifere, queste siano state utilizzate anche per uffici secondari, complemento del principale, oppure con lo scopo di offrire maggiori agi ad ufficiali e marinai.

Dall'esame dei vari tipi d'impianto usati all'estero e presso di noi (vedi fig. 2) sembra che sulle odierne navi da guerra si provveda soprattutto a raffreddare:

a) i depositi delle munizioni, mediante ventilazione in ciclo normalmente chiuso. Si presume che i locali possano, nelle condizioni ordinarie raggiungere la temperatura di 35°-40° C. e debbano invece essere mantenuti ad una temperatura non superiore per es. ai 20° C. per la marina italiana, 25° C. per la francese, con aria introdotta a non meno di + 15° C.;

b) le riservette dei maggiori cannoni mediante serpentini percorsi dalla salamoja. Tali magazzini hanno rinnovamento naturale d'aria attraverso agli elevatori delle munizioni; per lo più, a cagione dell'immediata vicinanza delle caldaje, bisogna prevedere temperature di 40°-45° C. da portare a 20°-25 C.;

c) il deposito del fulmicotone, mediante serpentini a salamoja;

d) gli armadi delle teste cariche dei siluri, ancora con lo stesso sistema ed alla temperatura di 20° C. circa;

e) l'aria di ventilazione per i locali dei gruppi elettrogeneratori di prua e di poppa. Spesso si utilizza a tal uopo il freddo eccedente i bisogni delle altre parti dell'impianto. In ciascuno dei locali sopraddetti sono disposti, per es. quali espansioni dei condotti d'aspirazione dall'esterno dei ventilatori di mandata, due cassoni in lamierino, i quali contengono un fascio di tubi in cui circola la salamoja ed ajutano indirettamente la refrigerazione, non essendo rivestiti di isolazione alcuna;

f) gli ospedali per le malattie comuni e per le infettive, mediante ventilazione in ciclo aperto con aria raffreddata su refrigeranti del tipo di quelli usati per i depositi delle munizioni;

g) due o tre locali a prua per magazzino-viveri ad uso dell'equipaggio ed altrettanti a poppa per uso degli ufficiali;

h) i due congelatori infine, prodiero e poppiero, per la fabbricazione del ghiaccio.

***

Carattere comune a quasi tutti gli impianti frigoriferi della marina da guerra è l'avere indipendenti e gemelle due stazioni generatrici del freddo.

Ciascuna consta, com'è naturale, d'un compressore, d'un condensatore e d'un refrigerante da salamoja od evaporatore, parti che, essenziali in ogni impianto, debbono essere qui studiate con cure e con intenti affatto peculiari. Si tratta di ridurre al possibile il peso, giacchè dato il dislocamento complessivo della nave ogni inutile sovraccarico porta o alla soppressione di apparecchi ausiliari od alla riduzione delle qualità belliche; si tratta, quanto allo spazio occupato, di raggiungere un minimo, oltrechè per ragioni analoghe alle precedenti, allo scopo di poter sistemare il macchinario in luogo convenientemente protetto; si tratta infine di ottenere rendimenti apprezzabili anche lavorando con acque di condensazione a temperatura elevata.

A questo proposito conviene ricordare come nella grandissima maggioranza degli impianti delle flotte militari venga usata quale agente frigorifero l'anidride carbonica. Per quanto le produzioni contrattuali siano fissate per acque di condensazione a + 25° C., anche con acque a temperatura notevolmente maggiore il rendimento si mantiene buonissimo, purchè, s'intende, si marci con un certo surriscaldamento nel compressore. Le pratiche applicazioni sarebbero quindi in assoluto contrasto con l'affermazione « che per la temperatura critica dei gas impiegati nelle macchine frigorifere, ad esempio l'acido carbonico, l'acqua di raffreddamento destinata ai ricambiatori non deve oltrepassare i + 15° C. ».

Peccato che questa volta alla pratica s'accordi mirabilmente la teoria, nè varrebbe la pena di sfondare la porta aperta di certe eresie, se purtroppo queste non fossero tuttora pregiudizio corrente.

L'aumento nella temperatura dell'acqua di condensazione porta indubbiamente a diminuzioni di rendimento, ma questo è ben lontano dall'annullarsi anche per acque a temperatura superiore alla temperatura critica dell'agente impiegato (1).

Dalla nostra marina si sono a preferenza adottati i compressori Hall; quello disegnato nella fig. 3 è appunto il tipo installato a bordo della *S. Marco*.

Il cilindro, ricavato da un massello d'acciajo fucinato, è a doppio effetto, con valvole coniche a molla antagonista; nella parte superiore esso è munito di una valvola di sicurezza, la quale consta di un diaframma in rame, molto esattamente calibrato, in modo che si laceri non appena la pressione nell'interno ecceda un certo

(1) Cfr. in proposito a pag. 117-122 R. E. de Marchena, *Machines frigorifiques à gas liquéfiables*, Parigi, Gauthier Villars.

limite. Una ordinaria valvola di ritegno completa l'apparecchio, che è del resto comune a tutti i compressori a CO_2 razionalmente studiati.

È invece caratteristica per i compressori Hall la lubrificazione del premistoppa e nel tempo stesso del cilindro; il dispositivo semplice ed efficace permette agevolmente la marcia surriscaldata, così utile con acque calde, malgrado le guarnizioni in cuoio dello stantuffo e del premistoppa.

Sur un fianco di questo, la macchina presenta un piccolo cilindro, con l'asse parallelo a quello del compressore e munito d'un pistone, da un lato del quale si trova glicerina od olio speciale incongelabile, dall'altro anidride carbonica. Questa è alla pressione massima corrispondente al condensatore, con cui è in comunicazione; quella, per mezzo d'un tubo munito di valvola di ritegno, è destinata a penetrare nella lanterna del premistoppa. Infatti lo stantuffo dalla parte della glicerina ha l'asta di guida che fuoriesce dal cilindro attraverso ad una opportuna guarnizione: il diametro dello stantuffo e quello dell'asta sono così proporzionati che si ottiene per il lubrificante una pressione leggermente superiore alla massima, che il fluido raggiunge nel compressore. Il lubrificante può quindi entrar in questo, non l'anidride carbonica uscirne.

Man mano che la glicerina passa nel cilindro, il pistone si sposta; bisogna perciò ad intervalli ricondurre le cose allo stato iniziale, iniettando nuova glicerina nell'apposita camera mediante una piccola pompa a mano.

La macchina riesce molto compatta, data la produzione; il compressore della fig. 3 è capace di generare, con acqua di condensazione a + 25° C. ed una temperatura nel bagno salato di – 5° C. ben 40000 frigorie-ora; la forza assorbita è di 25 HP con 120 giri al minuto.

A bordo della *San Marco* il motore elettrico ha l'indotto direttamente calettato sull'albero; invece sulla *San Giorgio* il comando è fatto mediante pignone in cuoio. Salvo questo dettaglio le due installazioni sono identiche; le fig. 4-5 si riferiscono alla *San Giorgio* ma valgono, con l'osservazione ora fatta, anche per la nave gemella. Esse danno la pianta della sala-macchine poppiera e prodiera; si vede che all'infuori di varianti puramente formali nella disposizione, si hanno sempre gli stessi apparecchi.

Il condensatore lavora naturalmente con acqua di mare; i serpentini in cui l'anidride carbonica si raffredda e si liquefa sono

perciò in rame: si ottiene in tal modo la necessaria resistenza all'azione corrosiva della salsedine marina e nello stesso tempo una sensibile riduzione nelle dimensioni. L'evaporatore, che è per ragioni d'ingombro diviso in due parti, ha invece i serpentini d'acciajo; in qualche impianto tuttavia questi pure sono in rame, perchè si usa come salamoja ancora l'acqua di mare.

In tal caso anche i refrigeranti d'aria hanno i fasci di tubi in rame, spesso con alette riportate dello stesso metallo; la disposizione può riuscir conveniente per navi destinate a navigare prevalentemente in oceani freddi, giacchè quando l'acqua marina ha una temperatura inferiore ai 15°-18° C. si fa circolare direttamente nei refrigeranti, sospendendo il funzionamento delle macchine frigorifere.

I serpentini sono come di regola provati a duecento atmosfere; i serbatoi costrutti a tenuta, sperimentati ad una atmosfera e, quelli dell'evaporatore, abbondantemente isolati.

Alla circolazione dell'acqua di condensazione provvede a bordo della *San Giorgio* e della *San Marco* una pompa in bronzo accoppiata al compressore, a quella della salamoja una centrifuga in ghisa comandata direttamente da un motore elettrico da 3 HP.

In altri impianti della nostra marina le due pompe sono invece abbinate ad un unico motore.

***

La salamoja raffreddata viene distribuita agli apparecchi utilizzatori mediante tubazioni, che sono così disposte da permettere il lavoro sia con i due impianti contemporaneamente in marcia sia con uno solo di essi. Un esame anche fuggevole della fig. 6 basta a dare un'idea molto netta dello schema d'impianto nè vale, all'infuori di alcuni dettagli, la pena di insistervi.

Le valvole separatrici debbono essere tenute normalmente chiuse; le due parti dell'installazione possono allora comunicare soltanto a mezzo del serbatojo equilibratore. Dato che in esso l'immissione della salamoja avviene a livello libero e l'uscita invece sotto battente con valvola di ritegno, appare chiaro come l'ufficio del serbatojo consista soprattutto nel mantenere costante il carico nei due sistemi.

Quando funziona un solo compressore, le valvole separatrici si aprono e mediante le saracinesche segnate nello schema si possono mettere fuori servizio la pompa e l'evaporatore corrispondenti alla macchina ferma.

Ciascun impianto è munito di *by-pass* allo scopo di potere, schiudendolo, ottener una circolazione intensiva della salamoja attraverso al refrigerante, quindi un abbassamento rapido e notevole di temperatura nel bagno salato. Ciò è utile soprattutto quando si vogliono fortemente raffreddare i magazzini delle provvigioni; non certo quelli delle munizioni, i quali non hanno bisogno, anzi non debbono scendere mai al disotto di un limite prefissato, in generale + 15° C.

Un terzo *by-pass* è installato a prua; poichè i serpentini della camera delle uova sono disposte in serie con quelli del magazzino delle carni e non, come d'ordinario, in derivazione sulla tubazione principale, si è dovuto prevedere la possibilità di mettere fuori servizio i primi, senza alterare il funzionamento assai più importante, anzi indispensabile, della cella carni.

Così l'arresto come la regolazione del deflusso della salamoja per i refrigeranti in derivazione è fatto, *more solito*, mediante saracinesche disposte all'ingresso ed all'uscita dei singoli serpentini. Essi sono costrutti in tubi d'acciajo a saldatura autogena; le condotte invece constano di tubazioni normali per acqua in pressione, montate con particolare diligenza.

S'intende agevolmente come sia oggetto di grandi cure da parte dei costruttori l'isolazione delle condotte; data la disposizione generale dell'impianto, queste infatti si svolgono longitudinalmente su tutta la lunghezza della nave e trasversalmente più volte per l'intera larghezza in locali a temperatura relativamente molto elevata. I tubi, sempre accoppiati, sono mantenuti mediante pezzi in legno duro opportunamente sagomati con un intervallo fisso (vedi fig. 8) e sono sospesi per mezzo di selle in ferro ad angolari di profilo speciale, assicurati a soffitto. Le selle sono fissate con interposizione di feltro, i tubi isolati con un rivestimento di cento millimetri di lana minerale, trattenuta da un canevaccio e fasciata infine con una robusta tela d'amianto.

Quanto ai serpentini, nei locali a refrigeramento diretto (vedi fig. 9) essi sono appesi con piattine d'acciajo e listelli in legno forte. Un cuscino di questo stesso materiale serve a tenere i tubi ad una certa distanza dalle isolazioni; il tutto poi è sostenuto mediante lunghe viti, infisse in parallelepipedi pure di legno assicurati ad angolari, solidali alla loro volta con il soffitto della camera che si vuol raffreddare.

Si ha una disposizione analoga per i serpentini a parete ed anche, a rigor di termini, per quelli dei refrigeranti d'aria; di questi la fig. 7 dà il disegno costruttivo.

Due ferri piatti sono assicurati per mezzo di tiranti con guarnizioni in fibra a due *Zorés* annegati nello spessore delle isolazioni e fissano in posto i serpentini, che tappi in legno mantengono opportunamente spaziati. Le piattine sono collegate con squadre e cuscini in legno forte alle mensole di sostegno, bullonate ai pari degli *Zorés* alla parete a cui è appoggiato il refrigerante. Sul fondo di questo è disposto per la raccolta dell'acqua, generata nell'eventuale disgelo dalla brina depositatasi sui serpentini, un serbatojo in cemento con il relativo sifone di scarico. Alla circolazione dell'aria provvede un ventilatore a motore elettrico direttamente calettato sull'asse; all'isolazione uno strato di cento millimetri di lana minerale, trattenuto da due pareti in lamierino d'acciajo.

***

La lana minerale è usata largamente anche per isolare le camere fredde; si tratta di un ottimo materiale, sia per incombustibilità, sia quanto a potere coibente, sia infine perchè imputrescibile nè atto a dar luogo a colonie di insetti.

Da principio si otteneva dal *laitier*, la scoria chiara degli alti forni; in seguito « essendosi riconosciuta necessaria per la buona qualità del prodotto l'assenza quasi assoluta dello zolfo, cosa impossibile a realizzare utilizzando i residui delle officine metallurgiche, si fabbricò appositamente un silicato complesso a base di calce, suscettibile di essere ridotto in un groviglio di fibrille minutissime, che presentano il vantaggio di non feltrarsi, sono molte elastiche, e tengono prigioniera una quantità grandissima d'aria » (1).

Insieme con la lana minerale è usato il sughero sia trito sia in lastre; del resto sotto tale forma è spesso adoperata anche la prima, per comodità di posa in opera.

Le isolazioni nell'insieme non sono mai inferiori per le camere fredde ai 180 mm. lungo le pareti, 200 sul pavimento e soffitto; ai 75 mm. per le condotte d'aria attraversanti locali non raffreddati o raffreddati da un circuito indipendente dal sistema a cui quelle appartengono.

Si è dunque piuttosto larghi rispetto a tale ordine di idee; ma

---

(1) Cfr. *Le applicazioni del freddo industriale*, Pavia 1910, dell'A.

non mai forse quanto in simile occasione l'abbondare è lodevole.

Io ritengo principio fondamentale di ogni buon impianto frigorifero ottime isolazioni e come non mi so trattenere dall'insistere continuamente su questo concetto così sono oltremodo lieto quando lo vedo suffragato dalle applicazioni, che tecnici eminenti ne vanno facendo.

Nel caso attuale giova poi ricordare che ci troviamo in condizioni particolarmente difficili: materie da conservare esigenti la massima costanza nel raffreddamento, alte temperature esterne, macchine marcianti solo ad intervalli che possono essere anche piuttosto lunghi, e necessità soprattutto di prevedere le irregolarità che «per cause indipendenti dal volere degli uomini si possono nel prescritto regime di refrigerazione verificare» (Ferretti). Tale stato di cose, insieme con le angustie gravi di peso e di spazio, rende un impianto frigorifero a bordo delle navi da guerra problema veramente arduo.

È bene che anche da noi, pur valendoci di ajuti esteriori, si sia affrontata e risolta la questione e si persegua tuttora, con lodevole tenacia, nella via intrapresa (1).

Facciamo forti quanto più è possibile quegli strumenti di guerra che la nazione, con grave sacrifizio, va preparando alla sua potenza; facciamoli forti pur con la segreta speranza nel cuore che non alle *Dreadnoughts* si debba un giorno cercare la gloria dei popoli, ma soltanto all'opere immortali delle arti e della scienza, al sentimento del bello, alla divina ragione.

---

(1) Proprio in queste ultime settimane si è provveduto a dotare d'impianto frigorifero, con macchine Hall, la R. Nave *Dante Alighieri*.

La chiesa di S. Lorenzo in Milano

Ing. Ugo Monneret de Villard

La chiesa di S. Lorenzo in Milano si presenta come un complesso d'edifici d'epoche assai diverse, attaccati o sovrapposti gli uni agli altri, compenetrati talmente alcune volte tanto che il differenziarne gli elementi ed il fissarli nei loro rapporti cronologici riesce tutt'altro che facile. La difficoltà del problema si rivela attraverso tutte le incertezze, le reticenze, le contraddizioni degli studiosi che del monumento si sono occupati; e benchè intorno a questo la bibliografia sia ormai ricchissima, pure possiamo con certezza dire che non esiste libro ancora che abbia risolto il quesito e trattato del monumento in modo esauriente e sicuro.

Prima d'intraprendere lo studio archeologico del tempio, quale oggi a noi si presenta, sarà bene analizzare in dettaglio quante notizie gli storici ed i cronisti abbiano conservato e quanti indizi risultino dalle memorie ecclesiastiche o dalle fonti epigrafiche.

Lo studio può essere diviso in due parti ben distinte: quella della storia del colonnato romano che fronteggia la chiesa, e quella della chiesa cristiana stessa. Parti che non sono punto indipendenti l'una dall'altra, perchè la tradizione, forse però nata in epoche tarde, vorrebbe la chiesa sorta sulle fondazioni ed in parte utilizzando il monumento classico a cui le colonne appartennero.

*
* *

Assai povere sono le indicazioni tramandateci dagli antichi scrittori intorno a S. Lorenzo. Dei grandiosi edifici della città, che con l'evento di Massimiano divenne sede imperiale, parla un epigramma d'Ausonio (1):

> Et Mediolani mira omnia, copia rerum,
> innumerae cultaeque domus, facunda virorum
> ingenia et mores laeti, tum duplice muro
> amplificata loci species populique voluptas,
> circus, et inclusi moles cuneata theatri,
> templa Palatinaeque arces opulensque moneta
> et regio Herculei celebris sub honore lavacri:
> cunctaque marmoreis ornata peristyla signis,
> moeniaque in valli formam circumdata limbo.
> omnia quae magnis operum velut aemula formis
> excellunt nec iuncta premit vicinia Romae.

In quel *regio Herculei celebris sub honore lavacri* si volle riconoscere la più antica menzione dell'edificio a cui apparteneva il filare di colonne che ancora stanno erette, malgrado la rabbia del tempo e degli uomini, in Corso di Porta Ticinese (2).

Certo Milano doveva essere allora meravigliosa città: divenuta sede dell'Impero proprio nell'epoca in cui l'architettura romana assurge al suo più alto fasto, vedeva sorgere entro le sue mura o presso di queste palazzi e terme, basiliche e fori, circhi e teatri, meravigliosi tanto che Procopio, fine ed abile conoscitore in fatto di bellezze architettoniche, non si perita di dirla, innanzi le distruzioni gote, *amplitudine, frequentia, opibus Romae cedens, occidentis urbes ceteras superabat* (3).

---

(1) *Mon. Germ. hist. D. Magni Ausonii opuscula. Auctorum Antiquiss.*, V, 2. *Orbe urbium nobilium*, pag. 99. Berlino, 1883. Secondo il DE ROSMINI, *Ist. di Mil.*, pag. 8. « L'epigramma citato leggevasi scolpito nel marmo accanto alla statua di lui, che i milanesi riconoscenti gli innalzarono presso le scuole palatine, nella piazza de Mercanti ».

(2) « Ad un *Phanum Herculis* pensavano invece con curiosa insistenza i più vecchi cronisti municipali ». F. NOVATI, *Le colonne di S. Lorenzo, Arch. Stor. Lomb.*, anno XXVII, fasc. XXVIII, 1900. Intorno ai versi di Ausonio si vedano i nostri antichi cronisti: GALVANEUS FLAMMA, *Manipolus florum*, in MURATORI, *R. I. S.*, vol. XI; A. ALCIATUS, *Rerum patriae mediolanensis*, l. IV, Milano, 1625; T. CHALCHUS, *Mediolanensis historiae patriae*, lib. XX. Milano, Mss. Ambrosiana, A. 188; G. MERULA, *Antiquitates Vicecomitum*, Milano, 1629.

(3) *De bello Goth.*, l. II, c. 7. Sulla Milano Romana si veda (FUMAGALLI), *Antichità longobardico-milanesi*. Dissertazione I, Milano, 1792.

Che nella località di S. Lorenzo esistesse un importante edificio romano stanno a testimoniarlo, oltre alle colonne, anche le numerose epigrafi ivi scoperte (1); ma sulla qualità e sul tipo dell'edificio gli studiosi furono sempre discordi. Le vecchie guide di Milano e le monografie ecclesiastiche del tempio parlano, senza entrare in critiche dell'asserzione e senza produrre nè fatti nè ragionamenti ad appoggiarla, di preesistenti terme (2) o di un santuario pagano (3).

Anche sull'epoca in cui fu costruito l'edificio le opinioni variano, giacchè vi è chi parla dei tempi del consolato di Pompeo (4), altri di quelli di Nerone (5), benchè i più s'accordino ad attribuirne l'erezione a Massimiano Erculeo.

Una serie analisi del problema non s'affaccia se non agli ultimi anni del XVIII secolo, quando il rinascere delle forme classiche nell'architettura e nella decorazione richiamò meglio che in ogni altro tempo l'attenzione degli studiosi sugli avanzi dell'arte romana. Divenne allora opinione comune di tutti gli studiosi che il colonnato di S. Lorenzo fosse l'unica parte superstite di un edificio termale, trasformato nei primi tempi cristiani in chiesa (6), abbandonandosi o dimenticandosi l'accenno dell'Alciati che vi vedeva invece uno dei palazzi imperiali milanesi (7). Fu nell'anno 1792 che il Marchese Luigi Cagnola disegnò quella pianta delle Terme di S. Lorenzo (8), di cui in seguito ci occuperemo in dettaglio,

---

(1) *C. I. L.*, V, 2. Gallia Cisalpina, Berlino, 1877, N. 5805, 5806, 5809, 5810, 5814, 5982, 6223, 6303.

(2) Così il CALCHI, op. cit.; il GRATIOLUS, *De praeclaris Mediolani aedificiis*. 1735; S. LATTUADA, *Descrizione di Milano*, 1737; P. MORIGIA, *Historia dell'antichità di Milano*, Venezia, Guerra, 1592.

(3) G. B. VILLA, *Le sette chiese, osiano basiliche stazionali della città di Milano*. Milano, Malatesta, 1625; IO. ANT. CASTELLIONAEI, *Mediolanenses antiquitates*, Mediolani apud Joan Bapt. Bidell, 1625, pag. 7 e 157.

(4) Così nel 1503 BERNARDINO CORIO, *Storia di Milano*.

(5) BIANCONI, *Nuova Guida di Milano*. Milano, Sirtori, 1787. Egli accenna anche ad una importante scoperta fatta nel 1713 di una camera con sedili in marmo ai fondamenti dell'oratorio del Riscatto vicino all'altare dell'Assunta (pag. 234). Cfr. LATUADA, *Descrizione di Milano*. Milano, Cairoli, 1737.

(6) LATUADA e BIANCONI, cit. e tutte le guide di Milano, come SORMANI, *Passeggi storici topografici critici nella città indi nella diocesi di Milano*. Milano, Malatesta, 1751, che dice la trasformazione in chiesa avvenuta sotto Teodosio.

(7) *Rei patr.*, l. IV, pag. 199: ritiene essere stati a Milano parecchi palazzi imperiali in base al verso d'Ausonio: *palatinaeque arces*.

(8) L'originale stà alla Raccolta Bianconi nell'Archivio Civico di Milano.

incisa per la prima volta nell'opera pubblicata anonima dal Fumagalli (1), pianta che servì di documento a tutte le disquisizioni posteriori.

Ai primi anni del secolo XIX vediamo apparire una serie di studi intorno al magnifico rudero.

Lo scritto di Ercole Silva (2) tenderebbe a dimostrare che le colonne di S. Lorenzo non sono dell'epoca di Massimiano, bensì di quella degli Antonini, e che il posto ove oggi noi le vediamo non è il loro originale. Inoltre sostiene che l'avanzo appartiene ad un tempio dedicato a Lucio Vero in base ad un'iscrizione trovata negli scavi ed inserita nel pilastro medioevale verso la città. Il Silva osserva che l'architrave delle colonne rozzamente composto, il muro di sostegno senza alcuna traccia che riveli una antica imposta di gradini, l'intercolonnio centrale più largo degli altri e quindi, secondo lui, predisposto a più sontuoso ingresso della chiesa, stanno a provare che le colonne sono state qui trasportate, « le quali se effettivamente esistessero al primitivo loro posto, si troverebbero a notabile profondità pel naturale crescimento del circostante terreno ».

Citando poi l'opinione del Verri (3), il quale non crede le colonne innalzate al principio del IV secolo, e confrontando le forme dei loro dettagli con quelli delle undici colonne del tempio di Marco Aurelio in Roma, internate nelle moderne mura della facciata di quella dogana di terra che fu eretta sotto Innocenzo XII, il Silva vorrebbe concludere che tali avanzi appartengono non al tempo di Massimiano, bensì a quello degli Antonini.

Ennio Quirinio Visconti in uno scritto delle *Opere varie* (4), stampato anche in estratto (5), sostiene al pari del Silva che le sedici colonne non fossero originariamente nel posto ove oggi le vediamo, e che debbono esservi state trasportate nei bassi tempi: suffragando l'asserzione sulla mancanza, nuovamente scoperta, di fondamenti, come indicava una nota manoscritta sull'esemplare dell'opuscolo a lui dal Silva mandato.

---

(1) *Delle antichità longobardico-milanesi*. Milano, 1792, vol. I.

(2) E(rcole) S(ilva), *Sopra le sedici colonne presso S. Lorenzo in Milano*. Monza stamperia Corbetta, 1811, pag. 18, più una non numerata.

(3) *Storia di Milano*. Milano, 1783, nella stamperia di G. Marelli, pag. 19.

(4) Vol. II.

(5) *Sopra le sedici colonne presso S. Lorenzo in Milano*. S. l. n. d. (Milano? 1811?). pag. 7. Lo scritto è datato da Parigi, 11 dic. 1811.

Trova poco fondata l'opinione che tali avanzi avessero appartenuto ad un tempio di Lucio Vero: l'iscrizione incisa sur un gran piedestallo in onore di questo imperatore prova solo che vi era una statua di Lucio Vero, decretata ed eretta da Decurioni della città, non già un tempio. Crede il dotto archeologo che le colonne appartenessero alla Basilica Mediolanense. Una nota degli editori dà il testo esatto dell'epigrafe di Lucio Vero:

IMP. CAESARI
L. AURELIO. VERO
AUG. ARMENIACO
MEDICO. PARTHICO
MAX. TRIB. POT. VII.
IMP. IIII. COS. III. P. P.
DIVI. ANTONINI PII.
DIVI. HADRIANI.
NEPOTI. DIVI
TRAIANI. PAR
THICI. PRONE
POTI. DIVI. NERVAE
ABNEPOTI
DEC DEC

la quale era stata sino allora pubblicata (1), dal Silva compreso, errata (2). Il Visconti però erra egli stesso ritenendola incisa su un gran piedestallo, mentre è su una lastra di m. 1,49 × 0,76. L'anno dell'iscrizione è il 167.

Uno studio più ampio dell'importante monumento doveva offrirci l'anno dopo la pubblicazione dello scritto del Visconti, Amato Guillon (3) che a questo lavoro ebbe spinta dalla riparazione che in quel tempo si compiva del tetto posticcio con cui era stato

---

(1) Quando fu scoperta (1505) tale lapide, venne pubblicato un foglio volante, con la dicitura: *Lapis Ticinensis Mediolani in Via Martia, quae Ticinensis appellatur, dum bases antiquarum colomnarum restaurarentur, quae ante Thermas Herculeas visentur, ubi nunc Divi Laurentii templum, anno 1505*, *C. I. L.*, V, 2.°, 5805.

(2) Puccinelli, *Mem. ant. d. Mil.*, pag. 35, n. 67; Sponio, *Miscel. E. A.*, sect. 8: *Novelle Fiorentine*, vol. XXIV, col. 292; Donati, pag. 144, 3; Silva, op. cit., pag. 6.

(3) *Sulle sedici colonne corintie antiche di marmo stanti in Milano, volgarmente chiamate le colonne di S. Lorenzo e sulle terme erculee cui appartenevano*. Milano, tip. Gio. Gius. Destetanis, 1812 (estr. dal *Giornale italiano*, 31 ag., 30 dic. 1811).

modernamente coperto il colonnato. Ricordando come già Ausonio le diceva appartenenti ad un edifizio termale che attribuiva, in pieno accordo col Graziolo, il Corio e il Lattuada, a Massimiano Erculeo, combatte l'opinione del Bianconi, che le voleva innalzate ai giorni di Nerone. Nessuna seria base trova al ragionamento intorno al nome del ruscello Nirone, ed osserva che gli storici che ebbero a parlare delle terme erette in Milano da Nerone non ne indicano la posizione presso Porta Ticinese bensì presso l'antica porta Vercellina dove alcune traccie aveva visto il Torre, nè che le terme presso la porta Ticinese potevano esser state erette da Pompeo, come disse il Corio, prima per lo stile degli avanzi che ancora si vedono, poi perchè secondo il Guillon. l'uso dei pubblici bagni non fu introdotto in Roma se non sotto Agrippa.

Ne crede che la spiegazione dal Bianconi azzardata del titolo di *Erculee* si collegasse coi bagni corroborativi dagli antichi detti *herculana*, che non erano d'acqua calda, ma bensì frigidi, come testifica Aristofane (1). D'altra parte il regno di Diocleziano e di Massimiano si distinse per l'amore ed il lusso delle pubbliche terme; quelle elevate dal primo a Roma ne sono una prova, sontuoso edificio, che al dir di Bernardo Gamucci era stato cominciato da Massimiano (2) e che secondo il Lauro (3) portava il nome di entrambi i Cesari. Il Guillon dice ancora, in base alla citazione di un manoscritto fatta da Catteliano Cotta, che Massimiano fu stimolato ad eseguire le terme dall'esempio di Diocleziano.

Le due piante in cui il Cagnola e l'Uggeri avevano segnati gli avanzi romani esistenti intorno a S. Lorenzo, dà modo al Guillon di ricostruire idealmente la disposizione delle antiche terme, ricostruzione in cui riparleremo sullo studio degli avanzi sino a noi conservati. Ciò che qui osserveremo è che il Guillon ritiene parti romane ancora esistenti le due cappelle di S. Aquilino e di S. Sisto, mentre vuole quella di S. Ippolito costruzione posteriore all'epoca massimianea. La ricostruzione del Guillon così serebbe la distribuzione degli edifici: ammette la porta d'ingresso alle terme alla cappella di S. Aquilino che ne era il vestibolo; la cap-

(1) *In Nebul*, act. III, sc. III, in *choro*.

(2) *Le antichità della città di Roma raccolte sotto brevità da diversi antichi e moderni scrittori*, Venezia, G. Varisco e i compagni, 1569, pag. 114.

(3) JAC. LAURO e GIOV. ALTO, *Splendore dell'antica e moderna Roma*. Roma, Andrea Fei, 1641.

pella fra S. Aquilino e la chiesa sarebbe l'*Apoditerio* con a lato l'*ipocausto* rappresentato con gli avanzi della sala scoperta nel 1713 avente sedili in marmo — ed avanza la congettura che all'uso di castelli d'acqua o serbatoi fossero impiegate le quattro torri fiancheggianti l'attuale chiesa di S. Lorenzo. Per il Guillon l'edifizio preesistente alla chiesa, era la *Regalis Regia* delle terme — che doveva essersi conservata intatta nei secoli, senza alcuna ricostruzione, sino alla rovina del 1573.

Un opuscolo di Agostino Gerli (1) dà molte preziose notizie intorno agli avanzi romani che ai suoi giorni e prima si andavano ritrovando in Milano. Egli accenna a vari tronchi di colonne fitti in terra lateralmente al colonnato di S. Lorenzo, frammenti intagliati in granitello orientale che egli vuole avanzi delle vicine rovinate terme, e che oggi sono scomparsi. Venendo a parlare del Colonnato di S. Lorenzo, egli contraddice la corrente opinione che lo vuole eseguito con marmo del lago di Como (cava di Olginasca o di Musso) bensì in marmo greco.

Ma sino al tempo del Guillon non era stato condotto nessun scavo atto a delucidare il problema: fortunatamente però verso il 1820 anche queste ricerche vennero intraprese ed i risultati sono registrati dall'Amati, allora professore d'architettura alla I. R. Accademia di Belle Arti a Brera.

L'interesse pubblico per le colonne di S. Lorenzo doveva essere grande, giacchè sappiamo che al Guillon fu concesso dal Ministro dell'Interno, in data 29 giugno 1812, un sussidio di L. 134,50 per la stampa del suo lavoro, e che già antecedentemente un rapporto del Ministro dell'Interno a S. A. il principe Eugenio vicerè d'Italia in data 10 marzo 1810 faceva iscrivere nel preventivo di Milano la somma di L. 12000 per il restauro delle colonne, dichiarate bisognose d'attenzione in una memoria degli Arch. Canonica e Cagnola dell'anno 1809 (2). Disgraziatamente di tale restauro nulla sappiamo.

Quando l'Amati pubblicava i suoi studi intorno alle antichità di Milano l'attribuzione a Lucio Vero della costruzione di S. Lorenzo non trovava più credito (3). Il dotto professore di Brera

---

(1) A. GERLI, *Indicazioni di vari avanzi di antichità esistenti nella città di Milano*, Milano, Borsani, 1817.

(2) È all'Archivio di Stato di Milano. Studi Monumenti. Milano, A—Z. S. Lorenzo. Colonne.

(3) CARLO AMATI, *Antichità di Milano*. Milano, Giovanni Pirotta, 1821, pag. 6, nota 1.

sostiene invece con ragioni archeologiche e stilistiche l'attribuzione a Massimiano Erculeo (1), ed in base ad alcuni ritrovamenti d'anticaglie tenta una ricostruzione dell'edificio a cui, secondo lui, le colonne appartenevano.

Le sue osservazioni sono di notevole importanza, e le riporteremo quindi distesamente.

Uno scavo periziale condotto verso il 1820, mise in luce a circa m. 1,50 sotto il piano delle basi avanzi di costruzioni dall'Amati ritenute meno stabili e meno antiche delle preesistenti. Nella composizione di queste erano stati impiegati dei frammenti di marmo di cui uno poteva vedersi alla base della casa N. 34, frammento d'epistilio corinzio. « Codesta posteriore costruzione, dice l'Amati (2), eseguita, per così dire, ad opera incerta ed in varie riprese, avendo prodotto il saliscendi degli architravi antichi di marmo, e quelli modernamente suppliti di scerizzo e di granito rosso, somministrò indizi tali per argomentare con fondamento che le antiche colonne rimaste in piedi dopo la devastazione della massima parte dell'edificio, siano state rimosse dall'originario piano, serbando però esse ancora la linea e la direzione primitiva ». Tale variazione del piano originario è secondo l'Amati, causa dell'irregolarità dell'ordine eustilo del colonnato, che da un avanzo di cent. 81 $^1|_2$, che aggiunto all'intercolonnio centrale più ampio degli altri, darebbe due intercolonni normali e l'esistenza di una colonna al mezzo dell'intercolonnio centrale.

L'Amati ritiene le colonne parte di una basilica, accordandosi in ciò col Silva, con Ennio Quirino Visconti e col Pinali, basilica che egli ricostruisce (fig. 1) in due tavole della sua pubblicazione, In quanto poi alla porta scolpita, che dall'attuale chiesa di S. Lorenzo conduce alla cappella di S. Aquilino, l'Amati non crede che essa si trovi ancora nella posizione originale, ma che dalla demolita basilica sia stata quivi trasportata (3).

Pochi anni prima della pubblicazione dello scritto dell'Amati, il Pinali osserva anch'egli che le colonne erano state rimosse dal primitivo lor posto (4). Intanto si riaccendeva più viva la lotta per

---

(1) CARLO AMATI, *Antichità di Milano esistenti presso S. Lorenzo*. Milano, Pirotta, 1821, pag. 4-5.

(2) Op. cit., pag. 6.

(3) Op. cit., pag. 13, seg.

(4) *Parere del chiaro consigliere Pinali di Verona sulle sedici colonne presso San Lorenzo* [Milano, 1811 (?), coi tipi di G. Bernardoni], di pag. 8.

la demolizione della veneranda anticaglia, come aveva detto il Verri: « S'era allora addivenuti nel proposito di riordinare il corso angusto e deforme di Porta Ticinese: e tornaron fuori i soliti, sistematici odiatori delle *anticaglie* a proporre che si togliesse via quel rottame inutile ed ingombrante » (1). Un articolo del *Bullettino dell'Istituto di Corrispondenza Archeologica* (2) uscì a biasimare acremente, come ben continua il Novati, le capricciose proposte d'architetti a spasso e d'ignoranti caparbi: proposte che, nello stesso secolo, altre volte dovevano risorgere.

Furono le ricerche e gli scavi fatti in tale occasione che die-

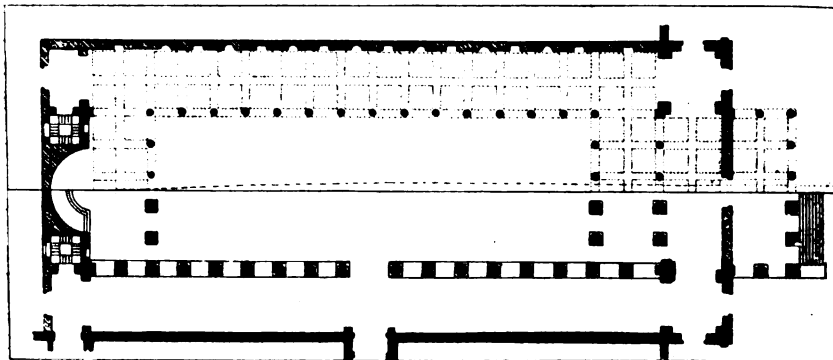



Fig. 1.

dero luogo ad un nuovo scritto dell'Amati (3). Ricco d'importanti notizie è questo lavoro, il primo che porti un vero sussidio di dati archeologici intorno alla soluzione del problema.

Rileva dapprima, come andando dal Carrobbio alla Porta Ticinese, si riscontrassero « quattro antiche costruzioni di pilastrelli, allogati in linea retta colle dette colonne, e ad eguali intervalli; ed un avanzo di costruzione ad opera alla rinfusa, o a sacco, verso la metà della larghezza del corso » (4). Sulla lesena aggettante dal pilone verso la città fu trovata a far parte delle fondazioni una pietra lavorata, certo frammento d'architrave. La base della stibolata su cui si elevano le colonne risultò composta

(1) F. Novati, *Le colonne di San Lorenzo*, in *Archivio Storico Lombardo*, anno XXVII, fasc. XXVIII, 1900, ed estratto di pag. 8.

(2) Roma, giugno 1830. Vedi anche *Nuovo Raccoglitore*. Milano, aprile 1830.

(3) *Succinte memorie intorno le sedici antiche colonne presso S. Lorenzo*. Milano, coi tipi di Luigi di Giacomo Pirola, 1831.

(4) Op. cit., pag. 10.

di lastroni di ceppo, aventi alcuni degli incavi a coda di rondine per l'attacco di fermagli in ferro, e le connessure fra pietra e pietra si incontrarono riempite di frammenti di marmo o di mattoni. Nel sottosuolo si ebbe a riscontrare un lastricato di pietra selce, un avanzo della pavimentazione della strada, un canale attraversante il vivo della fondazione della colonna, canale la cui forma e struttura è, secondo l'Amati simile a quella del condotto dell'anfiteatro veronese. Due frammenti di colonne ed uno di capitello corinzio, simili per dimensioni a quelli ancora in posto,

Fig. 2.

stanno a testimoniare l'esservi stato un numero di colonne superiore alle sedici esistenti. Si rinvennero inoltre un frammento di base ed uno di capitello che avevano appartenuto ad un ordine di non grandi dimensioni, un frammento d'iscrizione (fig. 2). Le fondazioni dell'arco verso la città risultò composto con i soliti lastroni di ceppo, posti alla medesima quota e con la stessa disposizione di quelli che reggono il colonnato: presso loro alcuni avanzi di pavimento musivo ancora in posto. La medesima distribuzione delle fondazioni si riscontra sotto l'arco verso la campagna. Dall'angolo di questo pilone si trovarono dipartirsi nella direzione stessa della fila delle colonne e perpendicolarmente a questa, due altre strutture fondamentali del medesimo ceppo. Vari sepolcri si rinvennero presso il pilone e presso l'andito della canonica.

Un'ara dipinta, ancora in posto sul suo zoccolo a dado si trovò. Al disopra di tutti i fondamenti formati col filari di ceppo si trovò

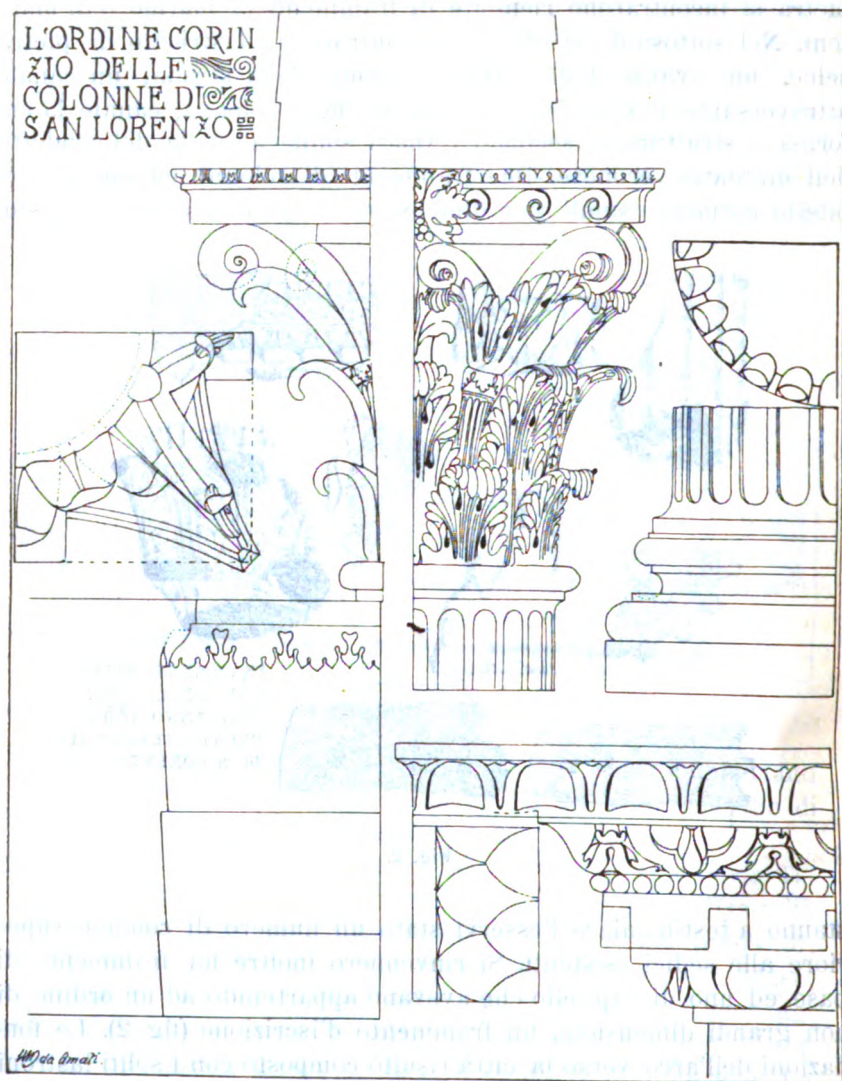



Fig. 3.

a varie riprese usato lo smalto signino (1), e molti di quei filari apparvero profilati con modernature regolari, il che permette di

(1) Composto con cocci, mattoni e calce (Plinio, l. XXXVI, cap. 25; Vitruvio, l. II, cap. V, l. V, cap. II).

supporre che parte degli elementi di uno o più edifizi antichi rovinati, siano stati usati dal primitivo edificatore del monumento.

L'aversi trovato negli scavi solo frammenti d'epistili e non mai di fregi o cornici, avanzi di altre colonne di dimensioni a quelle erette ancor oggi, la mancanza di fondazioni, di scalinate ed altre ragioni, l'inducono a sostenere ancora la sua opinione espressa dieci anni prima, che le colonne oggi si presentano rialzate dal loro piano primitivo. Opinione da cui dissentiva un anonimo scrittore (1) che dice aver la commissione incaricata degli scandagli « dimostrato che il muro, di cui formasi il non mai interrotto basamento delle sedici colonne, è costrutto in quella forma che praticavansi bensì al tempo dei Romani, ma non mai nelle epoche posteriori. L'inferiore parte della costruzione è composta di muramento in calce con mattoni poggiati di costa ed inclinati, e con ciottoli e frammenti di marmo. La parte superiore comincia con due strati di pietre, i quali però non continuano tutto lunghesso il sostegno: indi si mostra evidente in tutta la massa un'*opera signina* solidissima. Questa nei luoghi ove soggiace alle colonne, è coronata da una lastra del marmo stesso delle colonne. Svaniscono quindi quelle varie ipotesi che eransi immaginate su questo monumento, sia del trasporto delle colonne da altro luogo, sia del rialzamento loro sull'antica base ». Egli opinò inoltre che il maggior intercolonnio centrale era tale sin dalla prima erezione del monumento.

Con questi ultimi studi due punti rimanevano definitivamente acquisiti alla storia del monumento: che le colonne cioè si trovavano ancora al loro posto e piano originale, e che erano opera dei tempi di Massimiano Erculeo (2). Il primo punto è confermato anche dalla relazione che una commissione specialmente eletta (3) per studiare gli scavi condotti dall'ing. municipale Perego, ebbe

---

(1) *Colonne presso la basilica di S. Lorenzo in Milano*, in *Biblioteca italiana*. Tomo LXIII, anno XVI, luglio, sett. 1831, pag. 185 seg.

(2) La polemica archeologica ebbe un'eco anche sui fogli quotidiani. Cfr. *Gazzetta privilegiata di Milano*, 4 ag. 1830 ove si discorre dell'opuscolo del Silva e di quello del Visconti, e 14 ag. 1830 ove si parla dell'articolo apparso sul *Bull. Ist. Corresp. Arch. Roma*.

(3) Ne facevano parte l'ing. capo municipale Gianella, gli arch. Amati, Besia e Moraglia, il pittore Pelagio Pelagi e Gaetano Cattaneo direttore del Gabinetto Numismatico.

a redigere in data 22 agosto 1831 (1). Lo strano è però che, senza dare sufficiente ragione, tale relazione attribuisce al III secolo le colonne di S. Lorenzo. Interessante è l'osservazione fatta dai membri della commissione che nello strato di massi di ceppo che forma parte tanto importante delle fondazioni si riscontrarono usati vari pezzi già sagomati, il che farebbe supporre che tali fondazioni furono costruite sul posto di un anteriore edifizio rovinato di cui i frammenti furono riimpiegati nel nuovo. La costruzione dell'epoca di Massimiano Erculeo dovrebbe quindi esser stata preceduta da un'altra di cui nulla sappiamo assolutamente.

Dopo tali ricerche dell'anno 1831 nessun'altra speciale fu condotta sul luogo di S. Lorenzo, e si può dire che nè la storia nè la critica nulla hanno aggiunto a quanto già allora si sapeva. Infatti tutti gli scrittori posteriori a quell'epoca non fanno se non ripetere quanto già allora si diceva (2).

Il Clericetti nel 1862 (3) discorrendo del S. Lorenzo, s'inchina all'opinione che gli avanzi romani di tale monumento avessero fatto parte delle terme di Massimiano Erculeo: altro non dice nè in questo citato nè in un suo scritto di pochi anni posteriore sull'architettura lombarda (4).

Di poco posteriore agli studi del Clericetti sono quelli del De Dartein (5), che cominciò le pubblicazioni delle sue ricerche intorno ai monumenti architettonici lombardi nel 1865. Egli, che pel primo ci diede della chiesa di S. Lorenzo una dettagliata ed interessante analisi architettonica e storica, poco si preoccupa dell'edificio romano preesistente al tempio cristiano: solo egli dice che fu innalzata sul posto di un vasto monumento imperiale, eretto probabilmente da Massimiano Erculeo, e a cui appartenevano le sedici colonne (6), la cappella di S. Aquilino, quella di S. Ippolito, mentre s'accorda col Puricelli nel ritenere quella di S. Sisto opera del V secolo.

---

(1) Una copia autografa si trova all'Arch. di Stato di Milano. Strade, Corso Porta Ticinese. Delegazione di Milano, 5724.

(2) Così in *Milano e il suo territorio*. Milano, Pirola, 1844.

(3) *Ricerche sull'architettura religiosa in Lombardia dal secolo V all'XI*, in *Il Politecnico*, fasc. LXXIV, 1862. Memorie, pag. 149.

(4) *Ricerche sull'architettura lombarda*. Estratto dal giornale *La Perseveranza*, Milano, 1869.

(5) *Étude sur l'architecture lombarde et sur les origines de l'architecture romano-byzantine*. Paris, Dunod, 1865-1882.

(6) Op. cit., II parte, pag. 4.

Nessun nuovo contributo alla soluzione della questione storica portano gli studi degli anni susseguenti, in generale inteso più che altro a salvaguardare i preziosi avanzi dei nuovi barbari che, con la giustificazione di ipotetici bisogni edilizi della rinnovata Milano, intendevano menomare i preziosi ruderi (1).

---

(1) Specialmente nell'anno 1900: vedasi NOVATI, op. cit.; BELTRAMI sen. LUCA, in *La Perseveranza*, 9. VII, 1900; GRILLONI G., *Le colonne di S. Lorenzo*, Como Longatti, 1900; RICCI S., in *La Sera*, Milano, 4 luglio 1900 e in *La Perseveranza*, Milano, 29 luglio 1900; PAGANI G., *Dove collocare le colonne di S. Lorenzo?*, in *La Perseveranza*, 22, I, 1901.

E nel 1910: U. MONNERET DE VILLARD, *Intorno al nuovo piano regolatore*, in *La Perseveranza*, 30 maggio 1910 e nel numero del 6 giugno 1910, relazione della seduta alla Società Storica Lombarda.

Per la costruzione del portico innanzi alla chiesa di S. Lorenzo, avvenuta nell'anno 1893, per opera dell'architetto Nava, si veda M(oretti) G(aetano), *Il completamento della fronte della chiesa di S. Lorenzo in Milano*, in *Edilizia Moderna*, Milano, ottobre 1893.

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Apparecchi elettrici di manovra degli scambi di linee tramviarie sistema Siemens-Schuckert.

Alcune amministrazioni tramviarie della Germania, scrive la *Revue Générale de Chemins de fer*, allo scopo di ridurre le spese di mano d'opera e di accelerare il servizio, hanno adottato degli apparecchi elettrici di manovra degli scambi; i tipi di apparecchi principalmente adottati sono tre: due della Siemens-Schuckert ed uno Stoffels.

Nell'apparecchio Siemens-Schuckert, a quanto riassumiamo da *L'elettricista*, tutti i congegni necessari per la manovra dello scambio sono collocati in una cabina posta sul marciapiede presso lo scambio, oppure sotto lo zoccolo del prossimo palo. La trasmissione del moto avviene dall'apparecchio allo scambio per mezzo di un'asta collocata in un canale sotto il piano della strada.

L'apparecchio (fig. 1) consiste essenzialmente:

di due elettromagneti *a* e *b*, i cui nuclei sono collegati fra di loro per mezzo di una leva *c* a due braccia, e provocano lo spostamento dello scambio; di un interruttore *d*; di un commutatore *e* collegato coi magneti e con lo scambio in modo che il circuito della corrente, per il secondo magnete, è pronto soltanto dopo il completo spostamento dello scambio e si evita così una manovra di questo, anzi tempo.

Il dispositivo di contatto posto sul filo di una linea negli esercizi tramviari con prese di corrente ad archetto, consiste in due pezzi di contatto corti, i quali per mezzo di speciali isolatori sono fissati d'ambo i lati al filo di linea, e giacciono un po' più bassi di questo, a fine di staccarne l'archetto; nelle tramvie con prese

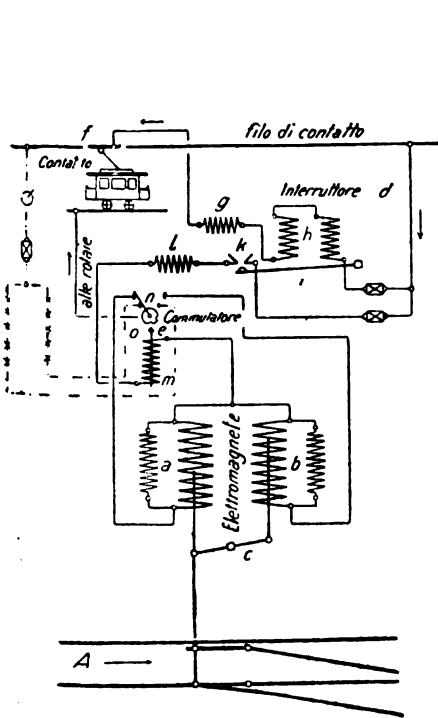
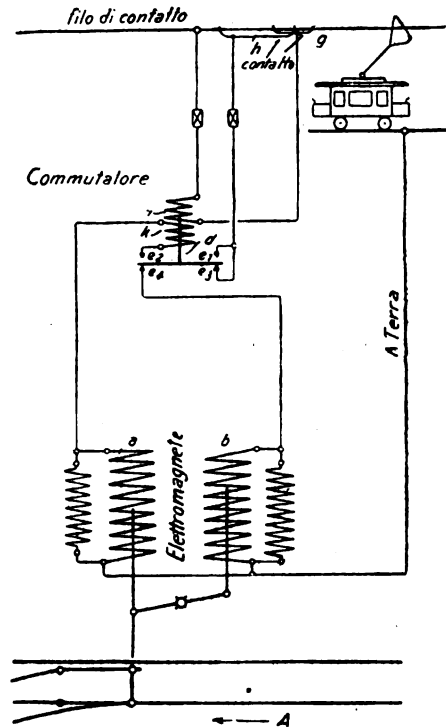



Fig. 1. Fig. 2.

di corrente a trolley, si costituisce il pezzo di contatto sul filo di linea per mezzo di due manicotti isolanti. Il modo di funzionamento è il seguente:

Il contatto *f* isolato dal filo di linea viene toccato con il regolatore di marcia inserito.

La corrente passa dal filo di linea per l'avvolgimento magnetico dell'interruttore *d*, per la resistenza *g*, il contatto isolato *e*, attraverso alla vettura e si scarica nel terreno.

Di conseguenza il magnete *h* dell'interruttore *d* viene eccitato, l'indotto *i* attratto e si chiude un secondo circuito in *k*; alla fine il cammino della corrente è il seguente; filo di linea, leva *i*,

contatti *k-k*, spegniscintille *l*, bobina *m* del commutatore *e*, terra. Il nucleo del commutatore *e* vien attratto e blocca la leva *n* nella sua posizione estrema; contemporaneamente l'elettromagnete *a* si eccita e lo scambio vien fissato.

Oltrepassato che sia il contatto isolato *f*, s'interrompe il circuito dell'interruttore *d* e vien tolto il passaggio per i contatti *k-k*; la bobina *m* del commutatore *e* rimane priva di corrente e cessa il blocco della leva *n*. Poichè il commutatore è accoppiato cogli elettromagneti e con l'ago dello scambio in guisa che esso cerca di eseguire il movimento di quest'ultimo, la leva *n* viene ormai rovesciata e prepara il circuito per il secondo elettromagnete *b*, il quale è comandato nel modo precedentemente descritto, allorquando una vettura successiva tocca di nuovo il contatto isolato con regolatore di marcia inserito. Interrompendosi il circuito, il nucleo del magnete *a* non ricade, poichè il suo peso è equilibrato dal peso del nucleo del magnete *b* accoppiato con esso mediante la leva *c*.

Il contatto isolato f viene toccato con regolatore di marcia disinserito.

Allora poichè nessuna corrente può passare attraverso l'apparecchio di manovra dello scambio, tutti i congegni rimangono in riposo, l'ago dello scambio non viene quindi mosso.

Con l'uso di questo apparecchio di manovra lo scambio stesso può venir assicurato mediante un dispositivo qualsiasi, collocato nella cassetta dello scambio, contro un'eventuale apertura e spostamento degli aghi da parte delle ruote dei veicoli.

Per la manovra di questo apparecchio valgono le seguenti prescrizioni:

se si vuole spostare lo scambio (per entrare cioè nel binario di diramazione) si toccherà il contatto isolato *f* con regolatore di marcia inserito;

se si desidera invece lasciar lo scambio come si trova (cioè aperto), si toccherà il contatto *f* con regolatore di marcia disinserito.

Ora perchè l'apparecchio di manovra sia realmente efficace bisogna che il conduttore sia costretto ad accorgersi da lungi ogni volta, anche col tempo nebbioso se di sera, della posizione dello scambio e sia in grado di fissare da sè lo scambio corrispondente alla direzione di marcia desiderata.

Serve bene a tale scopo un segnale luminoso nel quale delle freccie a diversi colori indicano la voluta direzione di marcia.

Dove non è possibile o non si desidera collocare una speciale cabina per accogliervi i congegni dell'apparecchio di manovra dello scambio, o dove per motivi tecnici di servizio si hanno prescrizioni diverse si adopera con grande vantaggio un altro sistema, pure ideato dalla Società Siemens-Schuckert (fig. 2). In questo gli elettromagneti vengono disposti in una cassa di ghisa vicino allo scambio sotto il suolo stradale. I nuclei dei magneti sono qui pure collegati per mezzo di una leva a due braccia, mediante la quale avviene lo spostamento degli aghi dello scambio. Il commutatore per i nuclei è collocato in una cassetta di ferro da fissarsi ad un palo o ad una parete di un fabbricato.

La disposizione degli elettromagneti in una cassetta giacente sotto il suolo esige uno speciale accurato lavoro di avvolgimento dei magneti, come pure una buona impermeabilità della cassa.

Le bobine dei magneti si fanno di filo smaltato, mercè il quale si impedisce che penetri dell'umidità nell'isolamento dei fili, e si ricoprono di rame i nuclei di ferro dei magneti per proteggerli dalla ruggine.

Il funzionamento dell'apparecchio è il seguente. Se la vettura passa nella direzione *A* nel dispositivo di contatto con regolatore di marcia inserito, e la presa di corrente tocca la rotaia *g*, la corrente passa dal filo di linea attraverso la bobina *i* del commutatore *c*, la rotaia *g*, la presa di corrente e la vettura a terra.

Nella bobina *i* del commutatore *c* sussiste un forte campo magnetico; il nucleo *d* vien attratto e stabilito un ponte fra i contatti *e* ed *e*.

Tostochè la presa di corrente, proseguendo la vettura nella marcia, tocca anche la rotaia *h*, passa una corrente dal filo di linea per la bobina *i* del commutatore *c*, rotaia *g*, presa di corrente, rotaia *h*, contatto *e* 1 ed *e* 2, bobina *K* del commutatore *c*, elettromagnete *a*, a terra. Il nucleo del magnete *a* viene attratto e dispone lo scambio, collegato con esso, per la marcia sul binario di diramazione.

Appena abbandonata la rotaia *g*, la presa della corrente si colloca contre il filo di linea, sollevando la rotaia mobile *h*. Passa allora una corrente dal filo di linea alla presa di corrente ed oltre come prima per la rotaia *h*, i contatti *e* 1 ed *e* 2, la bobina *K* del commutatore *c*, elettromagnete *a*, a terra. Se per caso lo scambio non fosse stato manovrato completamente, mentre la presa di corrente, passava sulla rotaia corta *g*, ciò avverrebbe adesso, e indipendentemente dal fatto che il manovratore abbia

o non abbia nel frattempo disinserito il regolatore di marcia. La bobina *K* ha un tale avvolgimento che basta a trattenere il nucleo *d* attratto, quando viene alimentata in modo continuo dal filo di linea. Appena la presa di corrente abbandona la rotaia *h*, la bobina *K* rimane priva di corrente, e cessa il passaggio per i contatti *e* 1 ed *e* 2 per effetto del ricadere del nucleo *d*. Se sul dispositivo di contatto sul filo di linea passa una vettura proveniente dalla direzione *A*, con regolatore di marcia disinserito e la presa di corrente di detta vettura tocca la rotaia *g*, il nucleo *d* del commutatore *c* rimane nella posizione inferiore, poichè la bobina *i* è calcolata in modo che la contemporanea eccitazione, attraverso la corrente di illuminazione e riscaldamento non riesca a sollevare il nucleo *d*. La presa di corrente scivola quindi innanzi e collega fra di loro le rotaie *g* e *h*: allora passa una corrente dal filo di linea per la bobina *i* del commutatore *c*, la rotaia *g*, la presa di corrente, la rotaia *h*, i contatti *e* 3 ed *e* 4, l'elettromagnete *b*, a terra. Il nucleo di quest'ultimo viene attratto e dispone lo scambio per la marcia in direzione rettilinea.

Appena la presa di corrente abbandona la rotaia *g*, passa la corrente dal filo di linea alla presa di corrente ed oltre come prima per la rotaia *h*, i contatti *e* 3 ed *e* 4 ed il magnete *b*, a terra. Dopo oltrepassato il dispositivo di contatto, il circuito ora descritto s'interpone.

Per questo apparecchio di manovra vale la seguente prescrizione:

Quando una vettura proveniente dalla direzione *A* vuol passare lo scambio in curva (entrare cioè nel binario di diramazione), deve toccare il dispositivo di contatto posto sul filo di linea, con regolatore di marcia inserito; viceversa se una vettura proveniente dalla direzione *A* vuol passare lo scambio in rettilineo, deve toccare il dispositivo con regolatore di marcia disinserito.

Le ferrovie europee nel 1910.

Riportiamo alcuni dati sulle lunghezze delle ferrovie europee al 1.° gennaio 1910 (*v. tabella a pag. seguente*).

I 60.089 km. di strade ferrate tedesche (non comprese le Kleinbahnen la cui lunghezza al 1.° gennaio 1910 superava i 9.000 km.) si divide così: Alsazia-Lorena, 2.057 km.; Baden, 2.228 km.; Ba-

STATI	Lunghezza totale in km.	Lunghezza in km. per 1000 abitanti
Austria-Ungheria	43.717	9.3
Belgio	8.278	12.4
Bulgaria	1.746	4.8
Danimarca	3.484	15.5
Francia	48.576	12.4
Germania	60.089	9.9
Gran Brettagna e Irlanda	57.475	9.0
Grecia	1.580	6.4
Italia	16.799	5.1
Lussemburgo	512	21.6
Norvegia	3.100	13.5
Paesi Bassi	3.002	6.1
Portogallo	2.894	5.3
Rumania	3.355	5.7
Russia e Finlandia	59.403	5.6
Serbia	678	2.7
Spagna	14.957	8.1
Svezia	13.797	26.9
Svizzera	4.580	13.8
Turchia	1.557	2.6
Isole di Malta, Jersey e Manciuria . .	100	3.0
Totali e medie . .	32.9691	8.3

viera, 7,962 km.; Prussia, 36.839 km.; Sassonia, 3.151 km.; Wurtemberg, 2.108 km; altri Stati tedeschi, 5.744 km. Per l'Austria-Ungheria i 43.717 km. si dividono così: Austria, km. 22.223; Ungheria, 20.461 km.; Bosnia ed Erzegovina, 1.033 km. Gli 8.578 km. che si trovano nel Belgio comprendono le ferrovie vicinali. Nei 1.745 km. di ferrovie bulgare figurano le linee della Rumenia orientale incorporate nelle rete bulgara il 23 settembre 1908. I 48.579 chilometri di strade ferrate francesi si dividono in 40.230 km. di linee d'interesse generale, e 8349 km. di interesse locale. Per

il regno Unito, i 37.475 km. si ripartiscono cosi: Inghilterra, km. 25.847; Scozia, 6.024 km.; Irlanda, 5.424 km.; infine nel totale di km. 59.403 di strade ferrate nella Russia e nella Finlandia, la Russia figura per 55.891 km. e la Finlandia per km. 3.512.

Il VI Congresso dell'Associazione internazionale per le prove dei materiali avrà luogo a Washington ed a New-York nei primi giorni del mese di settembre 1912.

Il successo del Congresso è assicurato dal lato scientifico in seguito ai riferimenti e memorie promesse, e dal lato dell'organizzazione per l'opera della società americana per le prove dei materiali e per l'interesse addimostrato dall'industria americana. Sarà disposto in modo che gli aderenti al Congresso possano assistere anche alle deliberazioni del Congresso di chimica applicata, che avrà luogo nella stessa epoca.

Quanto prima sarà distribuito ai membri della Associazione internazionale, ed a quelli che desiderano o possono probabilmente aderirvi, un preventivo approssimativo delle spese di viaggio e di soggiorno per 15 giorni in America all'intento di dare fin d'ora al Comitato d'organizzazione un'idea approssimativa del numero degli europei aderenti.

Per informazioni e domande d'adesione dirigersi al Segretariato generale dell'Associazione internazionale per le prove dei materiali:

Ing. ERNST REITLER
II Nordbahnstrasse, 50 - Vienna (Austria).

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, *Gerente*.

LEGGENDA DELLE FIGURE

Fig. 1. I depositi prodieri delle munizioni a bordo della R. Nave Vittorio Emanuele.
V. ventilatore R. refrigerante d'aria. A. condotta aspirante dall'atmosfera M. magazzini delle munizioni.

Fig. 2. Disposizione generale dei locali refrigerati, a bordo della R. Nave S. Giorgio.
F. sala delle macchine frigorifere. A. refrigerante d'aria. M. deposito di munizioni. R. riservetta. V. magazzino viveri.

Fig. 3 Compressore Hall ad anidride carbonica - tipo marina comandato elettricamente. Impianto frigorifero a bordo della R. Nave S. Marco.

Fig. 4 Pianta della sala-macchine. Impianto frigorifero prodiero a bordo della R. Nave S. Giorgio.

Fig. 5. Pianta della sala-macchine. Impianto frigorifero poppiero a bordo della R. Nave S. Giorgio.

Fig. 6. Schema generale per le tubazioni da salamoja Impianto frigorifero a bordo delle R. Navi S. Giorgio e S. Marco.

Fig. 7. Refrigerante d'aria - tipo marina.

Fig. 8 Le isolazioni dei tubi frigoriferi nei corridoi.

Fig. 9. La sospensione dei tubi frigoriferi nelle camere fredde.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 12 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 30 Giugno 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.
Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

Ferdinando Larghi

Apparecchi
ed impianti elettrici
industriali

Milano, li 15 Maggio 1911

CORSO BUENOS AYRES N. 57
Telefono 30-134

EGREGIO SIGNORE,

Di recente, anche in Italia, si è adottato per gli impianti elettrici in genere, i " TUBI D' ACCIAIO SMALTATI IN NERO " per proteggere le condutture, come già da parecchio tempo usasi in Germania ed in Inghilterra dove, essendo tale sistema di impianti conosciutissimo ed apprezzato, viene imposto dalle Autorità per la sicurezza pubblica.

Ferdinando Larghi

Apparecchi ed impianti elettrici industriali

Milano, li 15 Maggio 1911

CORSO BUENOS AYRES N. 57
Telefono 30-124

EGREGIO SIGNORE,

Di recente, anche in Italia, si è adottato per gli impianti elettrici in genere, i " TUBI D' ACCIAIO SMALTATI IN NERO " per proteggere le condutture, come già da parecchio tempo usasi in Germania ed in Inghilterra dove, essendo tale sistema di impianti conosciutissimo ed apprezzato, viene imposto dalle Autorità per la sicurezza pubblica.

Lo scrivente, che per essersi specializzato in questi generi di lavori, tanto da ottenere l' incarico da importanti Società distributrici di energia elettrica, nonché da privati e industriali, di eseguire le diramazioni delle condutture con " TUBI D' ACCIAIO SMALTATI IN NERO " sia per le Case Popolari, sia per le diverse applicazioni, è in grado di eseguire detti impianti a prezzi di assoluta convenienza.

Tali impianti a tubazione, quantunque il loro costo sia leggermente superiore a quello degli impianti comuni, sono pur tuttavia i più economici, perchè non richiedono alcuna manutenzione per il loro carattere di stabilità e resistenza.

Con gli apparecchi di manovra e controllo, espressamente eseguiti e applicati a detti " TUBI D' ACCIAIO SMALTATI IN NERO " gli impianti vengono certamente ad essere i più corrispondenti alle esigenze tecniche, e i più sicuri contro gli incendi e le manomissioni.

Di quanto sopra, prego la S. V. a voler tenerne conto, poichè gli impianti elettrici eseguiti coi moderni sistemi dianzi accennati, offrono le migliori garanzie, e di conseguenza sono anche i più raccomandabili.

Sempre a disposizione della S. V. per gli eventuali ulteriori schiarimenti, resto in attesa di essere interpellato, mentre con profonda stima mi segno:

FERDINANDO LARGHI

Nuovo Bagno Municipale di Milano al Ponte della Gabella

Ing. GIUSEPPE CODARA

(con le tavole 1 a 3)

Colla soppressione dei vecchi bagni Ticino, di Castelfidardo e di Diana si accentuò sempre più per Milano il bisogno di un impianto pubblico di bagni, modernamente concepito che mentre sopperisse alle note deficenze degli attuali impianti privati per quanto è dei bagni con vasca o con doccia, mettesse a disposizione dei cittadini una piscina in luogo di quelle, che per la chiusura dei citati stabilimenti vennero a mancare alla città.

Gli esistenti impianti municipali popolari di doccie, quand'anche fossero stati sufficienti pel bisogno di una parte della cittadinanza in considerazione della limitata tariffa di uso, non rispondevano alle esigenze della maggior parte della cittadinanza stessa, per la quale però le tariffe ora vigenti negli impianti privati sono alquanto elevate ed in qualche caso anche proibitive per un largo uso dei bagni, mentre in quasi tutti, le norme elementarissime igieniche non si vedevano convenientemente applicate e rispettate.

L'Amministrazione Comunale giustamente preoccupandosi di questo stato di cose, di pregiudizio alla pubblica salute, decretò la costruzione di uno stabilimento municipale di bagni, stanziandone i fondi, affidò lo studio del progetto di massima, del progetto di esecuzione e la completa costruzione all'ufficio tecnico municipale, di un impianto che oltre i camerini con vasche e con doccie disponesse di una piscina natatoria capace e fosse provvisto di tutti quei servizi accessori atti a garantirne il normale funzionamento, specie nei riguardi dell'igiene, del decoro e della

decenza: bagno da esercirsi dal Comune stesso, con tariffe limitate tali da permettere la maggiore possibile prestazione al pubblico.

Iniziatasi la costruzione alla fine del 1907, venne aperto al pubblico per il regolare esercizio il 14 maggio 1910 u. s. (1).

Il nuovo impianto di Bagni Municipali detto di Porta Nuova, sorge su un'area già di proprietà del Comune compresa fra il Viale di Porta Nuova ed il Bastione, in fregio destro del Naviglio Martesana, limitrofa ad una grande lunetta del bastione stesso. In questa area, appunto, alcune linee del piano regolatore opportunamente determinavano una nuova strada, che in prolungamento della via Melchiorre Gioja, congiungesse il quartiere di via Solferino, con quello esterno di Porta Nuova, sorpassando il bastione. Venne ad essa area aggiunta quella proveniente dallo sbancamento della intera lunetta, avendosi così una complessiva superficie di circa mq. 7000 della quale attualmente 4700 mq. circa interessati dallo stabilimento bagni e 2300 mq. dalla nuova strada e dalle sistemazioni stradali circostanti.

I tracciati suddetti ed i forti dislivelli esistenti sul viale Porta Nuova e sul bastione, specie fra gli estremi della nuova strada, obbligarono moltissimo la disposizione generale del fabbricato ed influirono non poco sulle modalità di decorazione architettonica delle diverse sue fronti.

L'edificio risulta composto di un corpo di testa o d'ingresso e di un corpo che con esso circuisce l'interna vasca da nuoto: dall'interno e cioè dal piano di banchina della vasca si presenta il corpo di testa di tre piani distinti ed un sotterraneo ed il rimanente di due piani distinti ed un sotterraneo — annesso è un locale speciale per le caldaie, gli apparecchi a vapore, con accesso indipendente dal Viale e dal Bastione.

---

(1) Dal « Riassunto dei bollettini statistici mensili dell'anno 1910 » si rileva che il nuovo impianto, fu frequentato da ben 151413 bagnanti dall'epoca dell'apertura, 14 maggio al 30 aprile 1911, così situati:

in camerini da bagno in vasca o doccia . . . 107212
in vasca da nuoto 44201

con un massimo di frequenza di 1008 nei camerini separati (17 giugno) e di 1829 nella vasca di nuoto (21 agosto).

L'impianto è formato di due parti: una riguarda il servizio estivo ed invernale dei bagni in camerini separati con vasca o

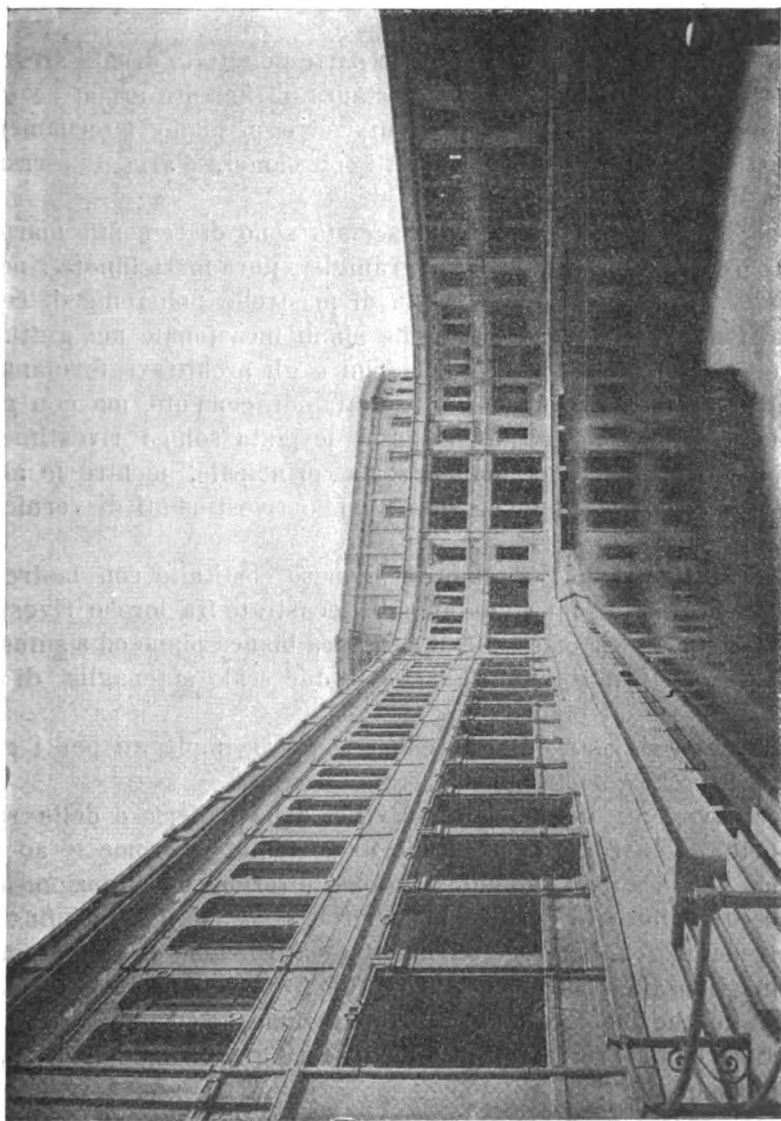



Fig. 1. — Veduta interna dell'impianto.

con doccia, l'altra il servizio estivo del bagno nella vasca da nuoto con relativi camerini di spogliatoio, sala doccia in comune. Entrambe sono completate dal servizio generale di distribuzione e ritiro biancheria, disinfezione, lavanderia, essicamento biancheria,

da servizio d'assistenza sanitaria, dai servizi amministrativi di distribuzione biglietti, controllo e custodia, mentre la separata centrale provvede di acqua calda, fredda, vapore tutto lo stabilimento (tav. 3, fig. 7).

La costruzione è per la maggior parte in gettata di calcestruzzo, colle strutture di principale importanza in cemento armato e cioè i pilastri, gli architravi, ricorrenti ad ogni piano internamente ed esternamente l'edificio, i soffitti con camera d'aria, le terrazze piane di copertura (tav. 2, fig. 2-6).

Gli elementi decorativi della facciata sono di cemento martellinato riportati, con intonaci di graniglia, pure martellinata: nella facciata interna si ha una fascia di piastrelle policrome di ceramica a fiori di ninfea, e piastrelle simili incastonate nei getti.

Nell'interno dell'edificio i pilastrini e gli architravi formanti il frontale dei camerini sono di gettata di cemento, ma con graniglia levigata: anche di graniglia levigata sono i rivestimenti delle pareti della gabbia di scala principale, mentre le altre pareti delle sale e delle gallerie hanno rivestimenti di vernici a smalto.

Le pareti dividenti i camerini vennero costituite con lastre di cemento retinato opportunatamente incastrate fra loro e rivestite sulle due faccie da piastrelle di ceramica bianca piane od a smussi: simile rivestimento hanno anche le due scale a tenaglia di comunicazione fra i piani.

I marmi grigiastri di Nabresina vennero impiegati per i gradini delle scale maggiori.

Pei pavimenti dei locali di servizio, delle gallerie e delle sale d'aspetto si usarono le piastrelle di cemento policrome e ad intarsio, pei locali di amministrazione, direzione e abitazione custode, distribuzione e ritiro biancheria, il *lapisligneus;* infine in piastrelle di grès-bianco è pavimentata la banchina circostante alla piscina, la sala delle doccie in comune, e i ripiani delle scale.

Tranne che pei locali di amministrazione e custodia tutte le aperture hanno serramenti di ferro, con griglia a tapparelle, e vetri stampati.

***

Per maggior chiarezza nella esposizione si denominano i diversi piani dell'edificio:

Piano d'ingresso, quello dal quale normalmente si accede al bagno (tav. 1).

Piano di banchina, quello sottostante e formante le banchine della vasca da nuoto (tav. 1).

Piano sotterraneo ed infine *piano superiore*, quello esten-

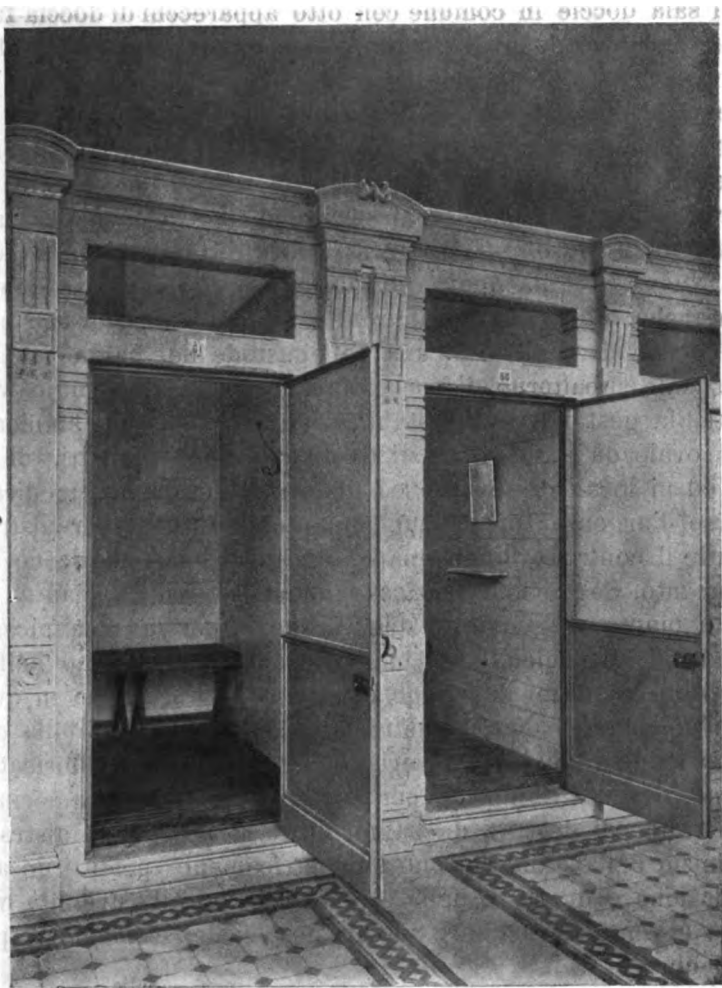



Fig. 2. — Camerini da spogliatoio per vasca da nuoto.

dentesi solo sul corpo di testa e nel quale sta l'essicatoio a vapore (tav. 1).

Per il servizio dei bagni in vasca o doccia, l'impianto dispone di 30 camerini con una vasca, 8 con due vasche, 16 camerini con apparecchi di doccia, di cui 12 con apparecchio a fiocco e 4 con

apparecchio a scheletro ed a fiocco (da riservarsi normalmente alle donne).

Per il servizio di bagno in piscina dispone di una vasca da nuoto di mq. 1600 di superficie utile, di 60 camerini di spogliatoio, 1 sala doccie in comune con otto apparecchi di doccia fredda per la reazione dopo il bagno, 2 apparecchi completi a fiocco, scheletro od a soffione per di sotto con acqua fredda e calda e temperabile per il lavaggio prima del nuoto.

Si hanno ancora 8 locali di custodia per bagnini, 11 gabinetti di decenza con orinatoi e bacinelle da toilette ed una speciale batteria di orinatoi annessa al servizio della vasca natatoria.

Piano d'ingresso. — Vi si accede direttamente dal viale di Porta Nuova, e dalla nuova strada, a mezzo di una scalinata a due branche. Entrando nell'androne a sinistra ed a destra si trovano i locali di portineria, una pel custode dal bagno, una per il personale subalterno di sorveglianza urbana alla quale venne affidata la gestione dello stabilimento. Quindi un ambiente a pianta ovale dà adito ai locali di distribuzione biglietti, di direzione ed ai locali di servizio ed al locale d'assistenza medica pel soccorso d'urgenza: opportuno impianto di torniquets registratori permette il controllo dei bagnanti che accedono od escono dallo stabilimento. Segue una spaziosa gabbia di scala a pianta pressochè a pianta esagonale, a due branche, per la comunicazione col piano di banchina per i bagnanti che usufruiscono della piscina o dei camerini da bagno con vasca che si hanno in questo piano: un ampio ballatoio mette alla sala d'aspetto dalla quale partono i due rami delle gallerie ricorrenti tutto il fabbricato all'intorno, e verso l'interno per il facile accesso ai camerini da doccia (ramo di destra), da bagno in vasca (ramo di sinistra).

All'inizio della galleria sono simmetricamente posti i locali di distribuzione e di ritiro della biancheria, ed all'estremità verso il viale e verso il bastione, due spaziose scale scendono al piano di banchina.

A questo piano si trovano, ancora, oltre ad una scala di servizio, due grandi sale di guardaroba che un montacarico idraulico fa comunicare colla lavanderia e coll'essicatoio.

Piano di banchina. — Vi si accede dalle tre gabbie di scala citate: analogamente al piano d'ingresso oltre alla sala di aspetto, sale di distribuzione e ritiro biancheria, si sviluppano i due rami della galleria per il servizio dei camerini da bagno con vasca, per quello dei camerini da spogliatoio per bagno in piscina e portano alla vasta sala di doccia in comune.

Mentre però, la galleria del piano d'ingresso ha le aperture e le finestre guardanti sulla piscina tutte provviste di serramenti a vetri, dovendosi riscaldare l'ambiente durante l'inverno, le gal-

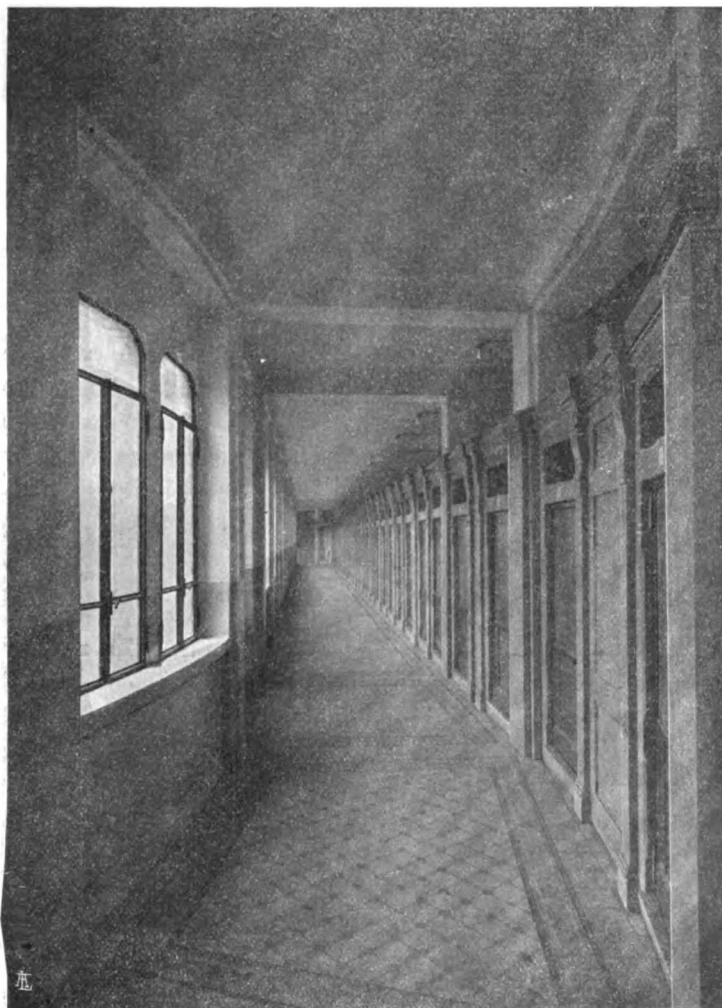



Fig. 3. — Galleria di accesso ai camerini.

lerie del piano di banchina hanno serramenti ed impennate solamente per la parte ancora in servizio invernale, pel rimanente le grandi aperture mettono direttamente sulla banchina circostante la piscina.

Nei locali riservati al servizio di questo piano e formanti il corpo di testa dell'edificio venne disposta la lavanderia a vapore

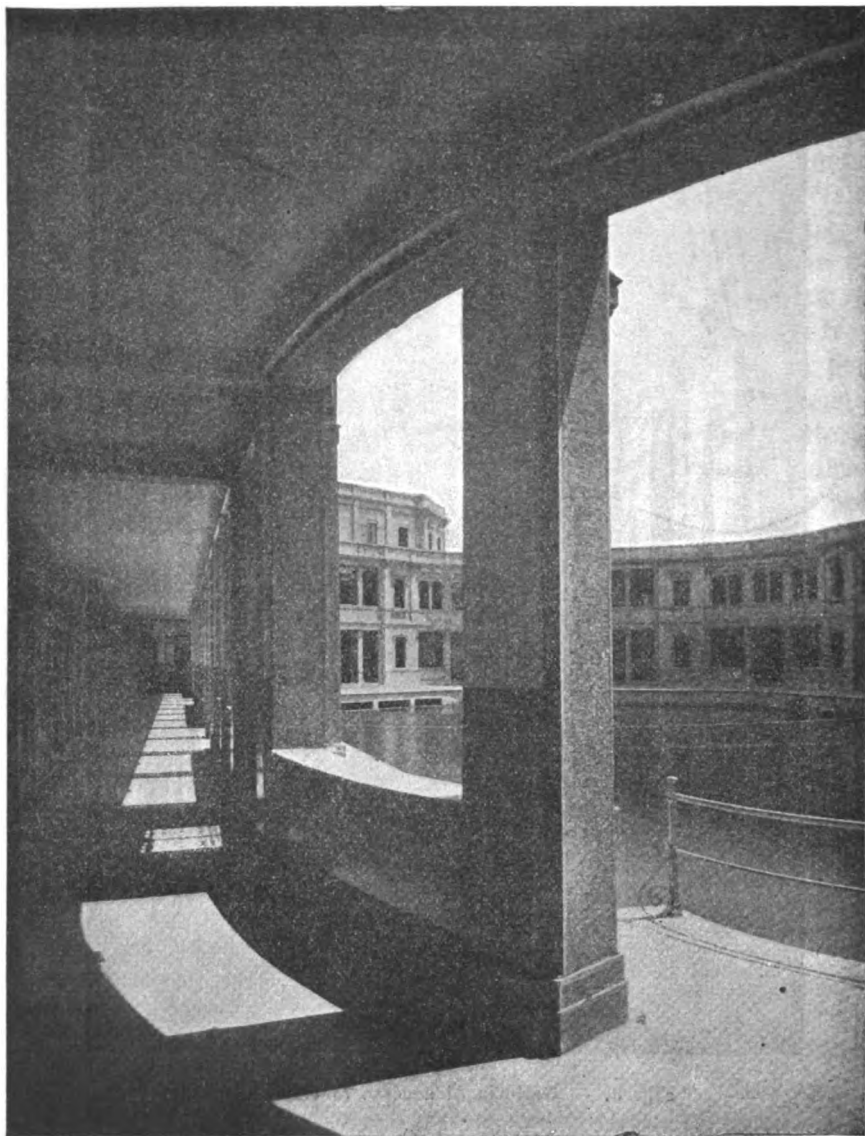



Fig. 4. — Veduta interna galleria di accesso ai camerini della piscina.

coi relativi apparecchi per la disinfezione, la bollitura, la lisciviatura, la sciaquatura, a macchina od alla vaschetta, la spremitura

per tutta la biancheria usata dai bagnanti; il citato montacarico idraulico eleva la biancheria lavata all'essicatoio del piano superiore.

Sotto l'atrio si trova un locale riservato al servizio idraulico di alimentazione della piscina, mentre sotto la sala d'aspetto e la sala di distribuzione e ritiro biancheria e la gabbia di scala si approfondano le diverse vasche di sedimentazione per la depurazione meccanica delle acque di alimentazione della piscina derivata dal Martesana (della vasca da nuoto e dei servizi idraulici annessi in seguito). In questo piano si ha ancora una sottostazione del servizio elettrico comunale coi relativi trasformatori per la distribuzione dell'energia elettrica necessaria alla illuminazione di tutto lo stabilimento e per azionare i diversi motori della lavanderia.

Piano sotterraneo. — Vi si accede con scala di servizio dal cortile del locale delle caldaie: si sviluppano qui.

i *servizi idraulici* per l'alimentazione della vasca da nuoto, le vasche di sedimentazione e depurazione meccanica dell'acqua, il manufatto di immissione e quello di scarico e lungo il viale di Porta Nuova il canale scaricatore della competenza di roggia civica e parallelamente il canale sistemato per la roggia Castello, altra di proprietà comunale.

i *servizi tecnici* nei due rami del locale ricorrente sotto tutto il fabbricato: vennero qui installate completamente a giorno rendendone facile l'ispezione e le eventuali riparazioni, le tubazioni per la distribuzione alle vasche dei camerini ed alle doccie, ai W. C. ed agli orinatoj dell'acqua fredda, di quella calda; le tubazioni indipendenti per l'alimentazione degli apparecchi di lavanderia, quella per il riscaldamento degli ambienti e la tubazione di ritorno in caldaia del vapore residuo o delle acque di condensa. Completamente isolata dal pavimento è la tubazione in grès per la raccolta e la condotta delle acque residue tutte dei camerini, dei W. C., delle pluviali, delle terrazze e della banchina della piscina, provvista s'intende di braghe, ispezioni, sifoni, ecc.: per le acque bollenti residue di lavanderia degli apparecchi lisciviatori e della sciaquatrice, occorse una tubazione speciale in ghisa.

Dalle diverse tubazioni si staccano le colonne dei montanti, che raggiungono in opportune incassature dei muri frontali, i gruppi di camerini da servirsi; alcuni sportelli nei rivestimenti di ceramica delle pareti permettono l'ispezione loro, il ricambio degli elementi senza necessità di intaccare i rivestimenti stessi. Da

altre incassature alternate con quelle dei montanti scendono nel sotterraneo le tubazioni di scarico delle acque residue e quelle di ritorno del vapore: ogni montante ed ogni scarico è contraddistinto nel sotterraneo con cartellini con leggende e numeri corrispondenti a quelli dei camerini e degli apparecchi che servono e ciò per ragioni elementarissime.

Dal piano sotterraneo si approfondano due grandi pozzi tubolari di rilevante portata per l'eventuale alimentazione della piscina con acqua di aves — nelle camere di testata dei pozzi stanno le pompe centrifughe ed i motori elettrici, montati su una unica base di ghisa, direttamente collegati fra loro, e sopportati da una robusta impalcatura di poutrelles: l'acqua così prelevata è immessa nella piscina previo passaggio in manufattini, dove perdendo la velocità, deposita le sabbie.

Infine una galleria più bassa dell'ordinario piano di pavimento sotterraneo, passando sotto gli scaricatori della piscina, mette in comunicazione i due rami del sotterraneo stesso, permettendo il completamento dell'anello di distribuzione di vapore e di acqua calda per una più regolare circolazione.

Il *Piano superiore o dell'essicatoio* (tav. 3, fig. 8) è limitato al solo corpo di testa del fabbricato: vi si accede con scale di servizio; per ragioni tecniche evidenti, venne qui impiantato l'essicatoio a vapore del tipo a carrelli capace di essicare giornalmente la biancheria usata dai bagnanti proveniente dalla lavanderia, elevatavi col montacarico idraulico. Nei locali latistanti sono la rammenda e la stireria colle relative guardarobe; quindi un corridoio di disimpegno mette ai locali per l'amministrazione, per la direzione, per l'abitazione del custode.

Da questo piano si accede alla terrazza che ricorre per tutto il fabbricato circuente la vasca da nuoto, terrazza di copertura che potrà eventualmente servire per stenditoio della biancheria in sussidio all'essicatoio, ma che normalmente non dovrebbe essere accessibile al pubblico.

Vasca da nuoto. — Costruita con pareti e fondo di cemento armato è completamente indipendente dal fabbricato: ha fondo rivestito con cemento lisciato e bocciardato, mentre le pareti hanno rivestimenti di graniglia levigata.

La sua struttura risulta costituita da una parete di spessore variante da m. 0,10 a m. 0,18, provvista di opportune costolature verticali, distanti fra di loro di circa ml. 2,50, rigidamente ammarrate al piede in una platea di fondazione a Z ed alla testa

in una banchina orizzontale, platea e banchina ricorrenti lungo tutto il perimetro della vasca. Le dimensioni delle singole parti

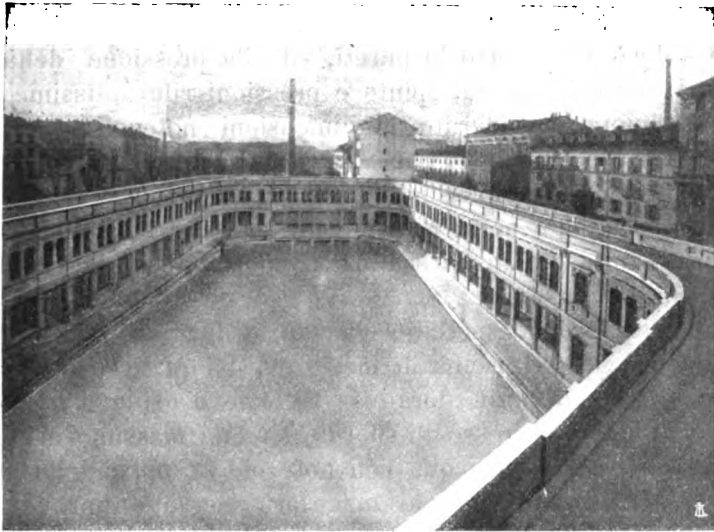



Fig. 5.

Fig. 6.

si rilevano facilmente dal dettaglio costruttivo riportato alla tav. 2, fig. 1.

La platea generale della vasca, che venne appoggiata su uno

strato ghiaioso resistente ed uniforme è pure formata come una estesa soletta di cemento, il cui reticolato di armatura si collega intimamente ai ferri della parete verticale.

Tale razionale struttura si dimostrò ben atta a resistere alla spinta della terra contro le pareti, ed alla pressione della falda acquifera sotto la platea, spinte e pressioni rilevantissime specie a vasca vuota considerate le dimensioni notevoli della vasca stessa, tantoche non si ebbero a verificare, incrinature od inconvenienti pure comunissimi in simili costruzioni.

Quattro scalinate permettono facile accesso fino allo specchio d'acqua, seguite quindi da scalinata asportabile di larice con armatura di ferro.

La superficie dello specchio d'acqua, è di circa mq. 1600, e la capacità utile della piscina di mc. 3200, dei quali 3000 circa sottostanno al piano degli sfioratori; l'altezza d'acqua varia da un minimo di ml. 0,85 presso gli sfioratori ad un massimo di ml. 2,75 presso l'ingresso dell'acqua con notevole sviluppo delle altezze fra 0,85 e 1,30 ritenendosi le maggiori riservate ai provetti nuotatori.

Normalmente è alimentata con acqua derivata dal Martesana, mediante modulo magistrale milanese di 12 oncie continue, circa 450 litri al 1″, tale è la competenza di Roggia Civica ; quest'acqua viene previamente depurata in vasche per la sedimentazione meccanica della sabbia e della terra, nella maggiore delle quali avviene la separazione delle parti oleose o grasse galleggianti, che con dispositivi opportuni sono scaricate alla fognatura, mentre i materiali galleggianti grossolani si trattengono con fitte griglie avanti l'ingresso dell'acqua nelle vasche citate (tav. 1).

Nel caso che l'acqua di Martesana non si ritenesse adatta per forte intorbidamento dovuto a piene o ad acque temporalesche, l'alimentazione della piscina si fa con acqua prelevata dai pozzi del sotterraneo, scaricandola quindi nella rete di fognatura dagli appositi sfioratori laterali però la temperatura bassa (circa 11°) di tale acqua non ne permette un largo uso.

Il vuotamento completo della piscina e quello delle vasche di sedimentazione per le periodiche ripuliture avviene a mezzo di scaricatori di fondo, che sottopassando con grosse tubazioni di ghisa il fabbricato, immettono separatamente nella camera delle saracinesche dalla quale una galleria di sottopasso al Martesana porta le acque nell'alveo del cavo Redefossi.

La piscina è ancora provvista di cartelli indicatori delle diverse

altezze d'acqua, e di una catena attraversante lo specchio d'acqua al limite della profondità d'acqua di ml. 1,30. Il bordo superiore della vasca è completato da un cordone di graniglia levigata che delimita pure la banchina pavimentata in grès bianco.

Una vasta sala di doccie in comune è a disposizione dei bagnanti a complemento della piscina.

Camerini con vasca, con doccia, con spogliatoio e loro arredamento.

I camerini sono divisi fra loro da pareti costrutte, come si

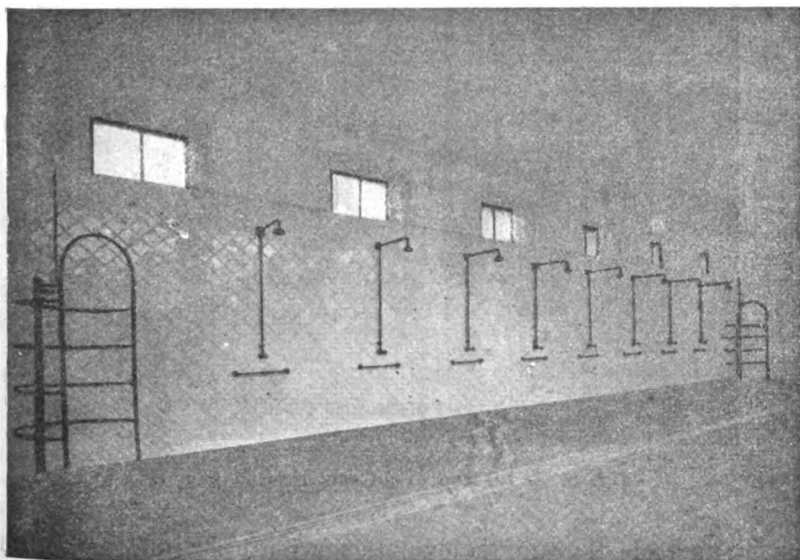



Fig. 7. — Sala di doccie in comune al servizio della piscina.

disse, in tavole di cemento retinato opportunamente incastrate fra loro e rivestite da piastrelle di ceramica bianca fino ad una altezza di m. 2,75: hanno tutti i pavimenti di cemento lisciato, modellati per modo da permettere facile scolo alle acque residue dei bagnanti ed a quelle di lavaggio durante la ripulitura e le pratiche di eventuale disinfezione dei camerini; sui pavimenti stanno grigliati in larice. I serramenti dei camerini sono di ferro con vetri stampati a goccia d'acqua, di buon effetto e non si possono aprire che con chiavi *passepartout* dal personale del bagno, provvedendo già sufficientemente alla ventilazione dell'ambiente, laddove occorresse, gli antini superiori a ribalta.

Camerini con vasca da bagno. — La vasca è di ghisa porcellanata, completamente isolata dalle pareti e servita di acqua calda e fredda da una batteria speciale posta ai piedi della vasca stessa, alla quale i tubi adduttori arrivano per di sotto: la batteria oltre che i due rubinetti per acqua calda e fredda ad apertura rapida comprende lo scarico combinato con troppo pieno.

L'arredamento è completato da sedie di pioppo greggio, da

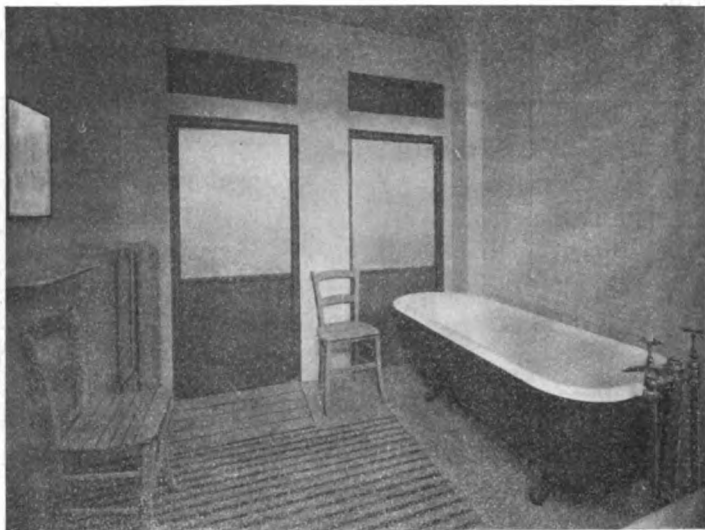



Fig. 8. — Interno di un camerino da bagno.

piccole mensole di graniglia levigata servienti per toilette, specchio, attaccapanni, campanello elettrico per richiamo del bagnino, cartelli con le norme igieniche e col regolamento interno dello stabilimento ed infine radiatore ad elementi per il riscaldamento a vapore.

Camerini con apparecchi di doccie. — Il camerino è formato da due parti distinte: un anticamerino servente da spogliatoio ed il locale dell'apparecchio: si hanno apparecchi a scheletro ed apparecchi a soffione; l'acqua fredda e calda vi arrivano attraverso ad una speciale valvola di miscela a comando unico che proporziona l'apertura di un numero maggiore o minore di luci di passaggio di acqua calda o fredda in modo da ottenere la temperatura di miscela voluta dal bagnante. Completano l'arredamento una tenda impermeabile per la separazione dei due vani durante l'uso, sedie di faggio, ecc., come al precedente.

I *camerini da spogliatoio* per il bagno in piscina sono semplicemente arredati con sedili a graticcio di larice, toilette, specchio, ecc., come al precedente.

Locale delle caldaie, apparecchi di riscaldamento, lavanderia ed essicatoio (tav. 3).

Alla produzione del vapore necessario per la lavanderia, pel riscaldamento dell'acqua per vasche e doccie, per il riscaldamento dei locali, ecc., provvede una speciale centrale generatrice di vapore posta in corpo di fabbricato completamente staccato dalla costruzione generale del bagno, collocata per ragioni di spazio in un cortile all'estremità opposta dal corpo di testa (1).

Vi si trovano tre caldaie Cornovaglia orizzontali a focolaio eccentrico ondulato Morison della lunghezza di ml. 6,50 con diametro interno ml. 1,60 e mq. 40 circa ciascuna di superficie riscaldata, funzionanti a 3 atm., nonchè il collettore distributore di vapore, la pompa d'alimentazione, i riscaldatori d'acqua ed il serbatoio sotto pressione.

Di fianco addossato al bastione si hanno spaziosi carbonili in diretta comunicazione interna col locale caldaie per modo che il rifornimento di carbone si possa effettuare sia a mezzo di botole

---

(1) Il bilancio termico per il calcolo delle superfici riscaldate delle caldaie venne basato su una massima richiesta normale di circa un milione di calorie-ora, perciò ad un fabbisogno orario di circa kg. 1800 di vapore ripartito globalmente e senza entrare nei dettagli di calcoli e delle ipotesi istituite nel seguente modo, ritenendo che:

per N. 46 vasche da bagno, consumo presumibili orario d'acqua riscaldata circa	litri	9200.00
per N. 16 doccie consumo presumibile come sopra . . .	»	3800.00
	Litri	13000.00

Per il riscaldamento da 14° a 42° dell'acqua erogata .	calorie-ora	370.000
Per il riscaldamento ambienti di servizio, camerini da bagno e da doccia, con una cubatura di circa mc. 4700	»	230.000
Per disperdimenti e per alimentazione, macchinario lavanderia	»	400.000
	Calorie-ora	1.000.000

Per tale fabbisogno sono sufficienti le tre previste caldaie con una superficie totale riscaldata di mq. 120 ed una potenzialità di produzione oraria di vapore per mq. di superficie effettiva di kg. 15 circa.

dal soprastante bastione, sia direttamente a livello della porta di servizio in comunicazione col viale di Porta Nuova.

La parete posteriore del locale caldaie è costituita a pilastri ed interposti tavolati in corrispondenza di ogni caldaia, per modo che risulti facile per ogni eventualità la estrazione di una qualunque delle caldaie, senza menomamente interrompere o danneggiare il servizio.

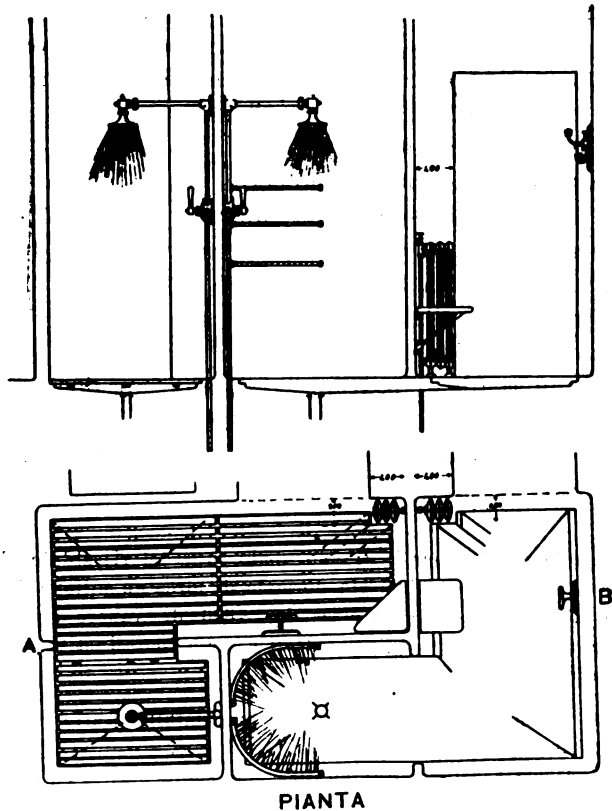



Fig. 9. — Tipo di massima della disposizione apparecchi per camerini-doccie.

Posteriormente e di lato alle batterie delle caldaie si erige il camino del diametro interno di ml. 0,900 e d'altezza sul piano del cortile di ml. 30.

Il vapore generato dalle caldaie viene condotto in apposito collettore distributore addossato al fianco destro della batteria e di qui a mezzo di apposite tubazioni ed attraverso adatte

saracinesche di presa, alla lavanderia, ai riscaldatori d'acqua, alle reti di riscaldamento dei locali, alle pompe d'alimentazione.

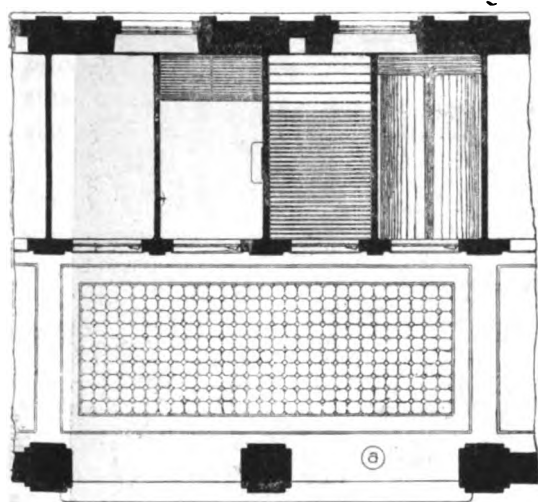
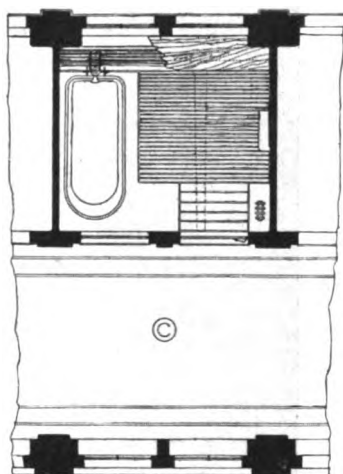
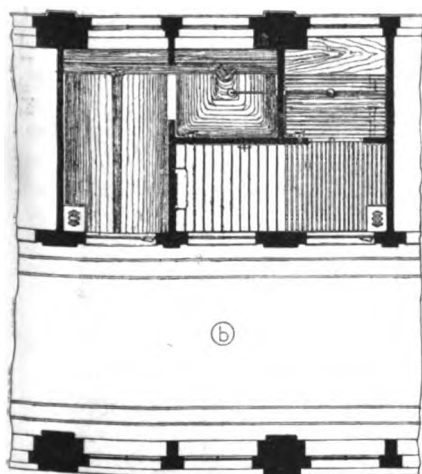
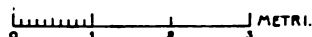



Fig. 10.

Uno speciale scaricatore automatico scarica l'acqua di condensazione del collettore in un serbatoio di lamiera di ferro di circa mc. 2,5, sprofondato nel cunicolo che permette il passaggio dei tubi nel sotterraneo.

In questa vasca immettono pure gli scaricatori automatici dei

riscaldatori d'acqua e le tubazioni di ritorno dall'impianto di riscaldamento dei locali: da tale vasca aspira l'acqua la pompa a

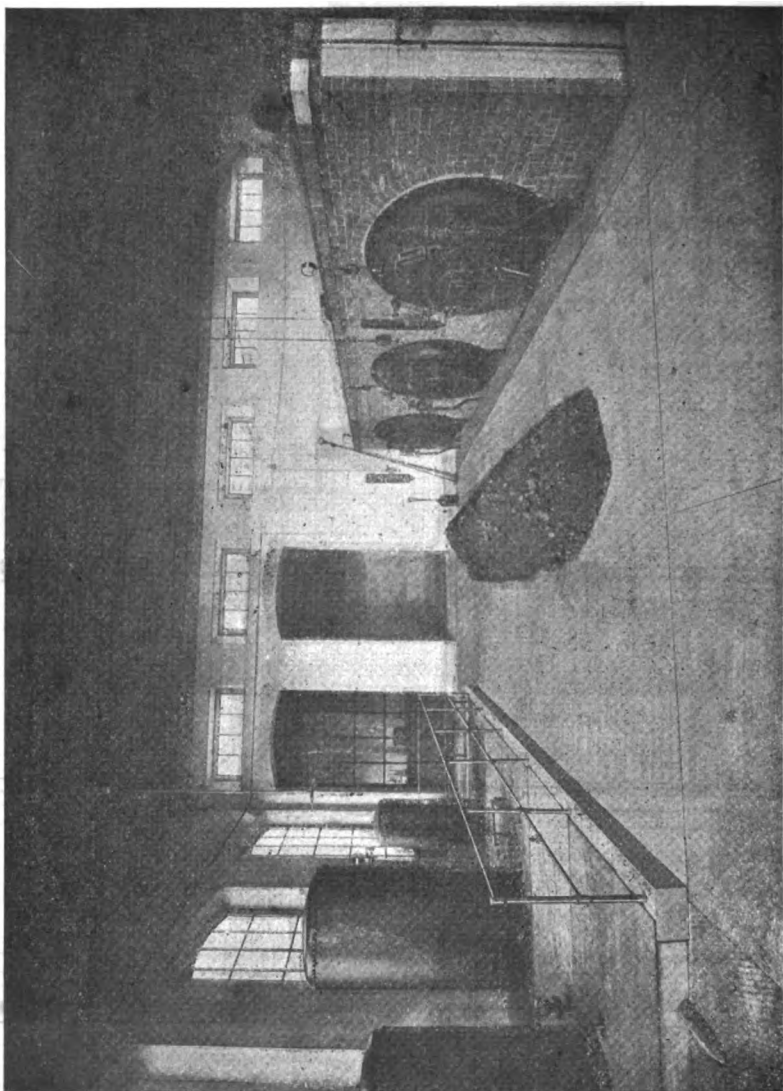



Fig. 11. — Locale caldaie.

vapore per l'alimentazione normale delle caldaie, mentre in via ausiliaria per tale alimentazione venne provveduto con un attacco alla conduttura dell'acqua potabile.

Di fronte alle caldaie, in parte sprofondati nel pavimento, onde

mascherare i giri dei tubi di collegamento, sono disposti i due riscaldatori di acqua per vasche e doccie ed il serbatoio di pressione; tali riscaldatori sono verticali a riscaldamento diretto con circolazione inversa, costituiti con corpo e tuberia d'acciaio e zoccolo di ghisa capaci di lavorare ad una pressione di circa 9 atmosfere ciascuno e della superficie riscaldata di mq. 4 e può abbondantemente fornire 370,000 calorie-ora (1).

Un solo dei due potrebbe bastare in servizio corrente; ne furono installati due per sopperire alle eventuali perdite e per scorta nei casi non infrequenti di messa fuori di servizio per pulitura.

Ognuno è munito di termometro a quadrante posto ben in vista.

Il serbatoio sotto pressione della capacità di mc. 2,5, ha lo scopo oltre che di servire come volano, per le eventuali istantanee grandi richieste di acqua calda, di fornire un cuscino d'aria e di evitare in caso di fortuito eccessivo riscaldamento delle masse d'acqua, a sistema completamente chiuso, che la pressione si possa elevare oltre le 4 o 5 atm. A meglio garantire di eccessivi

---

(1) La superficie riscaldante venne calcolata ammettendo per semplicità di calcolo e con approssimazione più che sufficiente per la pratica, che il vapore generato nelle caldaie a tre atmosfere arrivi all'ingresso dei tubi riscaldatori, data la brevità dei tubi conduttori e l'abbondanza dei loro diametri con una temperatura di 140° e che nel passaggio attraverso al riscaldatore la sua temperatura si mantenga pressochè costante ad un livello uguale alla media fra le temperature di entrata e quella di uscita di 100° — quindi di 120°.

La superficie δ risulta dalla formola

$$\delta = \frac{M}{\theta\,(T - t)} = 3 \text{ mq. circa}$$

in cui M = quantità totale di calore da trasmettersi e quindi 370000 calorie-ora.

θ = coefficiente di trasmissione che si fissa in 1580.

T = temperatura del fluido riscaldante = 120°.

t = » media fra le estreme del liquido riscaldato.

$t = \frac{70^\circ + 14^\circ}{2} = 42^\circ$ essendo 14° la temperatura dell'acqua potabile di alimentazione e 70° la temperatura massima dell'acqua erogata.

Per avere un certo margine e per tener opportuno calcolo sopratutto dello stato dei tubi trasmettenti che saranno quasi sempre incrostati venne assunta una superficie di trasmissione di mq. 4: la quantità di calore così trasmessa per mq. per ora e per grado di differenza fra T e t resta di circa calorie 1185 cui corrisponde una condensazione in analoghe condizioni di kg. 2.1 di vapore, dato che collima perfettamente coi risultati pratici ottenuti in impianti simili.

aumenti di pressione si hanno tre valvole di sicurezza, una per ciascun riscaldatore, una per il serbatoio.

In via normale di funzionamento l'acqua calda viene distribuita con un minimo di temperatura di 40° ed un massimo di 70°.

La *lavanderia* completa sarà capace di una produzione di 2000 chilogrammi di biancheria asciutta al giorno nelle undici ore di

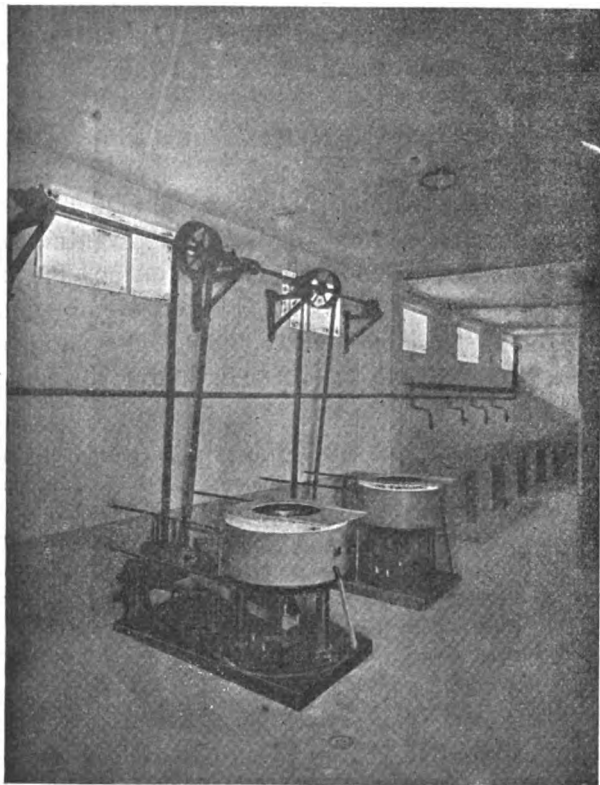



Fig. 12. — *Lavanderia.* Idroestrattori e vaschette di lavaggio alla mano.

esercizio; allora sarà composta di tre lisciviatrici a vapore, due macchine lavatrici a tamburo, di una serie di otto vasche doppie in cemento, di lavatura e sciacquatura a mano, di tre idroestrattori.

Attualmente si hanno due lisciviatrici, una macchina da lavare, quattro vasche di lavaggio a mano, due idroestrattori. La macchina a lavare e gli idroestrattori comandati elettricamente fun-

zionano con energia elettrica municipale proveniente dalla sottostazione citata. Il montacarico idraulico eleva la biancheria lavata e spremuta all'essicatoio.

Questo è costituito da 14 carrelli di ml. 2,50 di lunghezza per 2 di altezza e 0,40 di larghezza: il riscaldamento avviene col vapore circolante in apposita serpentina di tubi nervati, l'aria fresca presa in basso viene smaltita direttamente in alto sopra il lucernario attraverso a condotti muniti di opportuna serrande.

L'essicatoio è diviso in tre parti perfettamente uguali per modo che sia possibile in caso di produzione ridotta di far funzionare economicamente solo una parte o due, senza bisogno di riscaldare tutta la massa: venne calcolato per un ricambio d'aria di mc. 3200 all'ora con temperatura interna massima di 80° e 40° allo scarico, capace di asciugare e seccare i 2000 kg. di biancheria di cui sopra, ammesso un residuo umido all'uscita dagli idroestrattori del 35 % (tav. 3, fig. 8).

Il costo del nuovo impianto, rilevato dai consuntivi e per cifre globali si riassume:

1.° Costruzione in rustico e in civile del fabbricato, sotterranei, comprese le opere di decorazione in cemento e graniglia per la facciata, i pavimenti, ecc., i ferramenti, escluse le opere di adattamento e sistemazione dell'area, la formazione di camerini di cui in seguito	L.	450,000
2.° Costruzione dei camerini, con dividenti in cemento armato, rivestimento in piastrelle smaltate, modellazione speciale del pavimento, architravi, pilastri, e posatura in graniglia levigata pei frontali, serramenta in ferro, vetro, ecc.	»	88,000
3.° Costruzione della vasca da nuoto in cemento armato, rivestimento in graniglia levigata e diversi, collocazione di pozzi alimentatori, cameretta di pavimentazione	»	45,000
4.° Arredamento mobili, suonerie elettriche, illuminazione	»	17,000
5.° Macchinario, pompe rotative, riscaldatori, caldaie, idroestrattori, lavatrici, lisciviatrici, irradiatori, vasche da bagno, apparecchi doccie batteria completa, ecc.	»	110,000
	L.	710,000

Alla costruzione dello stabilimento attese l'ufficio tecnico municipale sotto l'alta direzione del sig. ingegnere capo, cav. uff. Giovanni Masera, che affidò lo studio del progetto di massima generale e quello di dettaglio allo scrivente, che pure diresse i lavori di costruzione, coadiuvato per lo sviluppo della decorazione architettonica dal sig. arch. Tettamanzi Pasquale, mentre affidò lo studio degli impianti industriali e la relativa esecuzione a mezzo dell'officina comunale al sig. ing. Francesco Ferrerio, funzionarî tutti del detto ufficio.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Catene di acciaio fucinato senza saldatura, sistema Doux [1].

Gravi sempre e talvolta irreparabili, sono le conseguenze della rottura di catene, specialmente nella Marina, dove assumono particolare importanza, come quelle da cui dipendono sovente numerose vite e colossali sostanze.

Da ciò la costante preoccupazione dei tecnici ed i loro molteplici studi e tentativi, all'intento di confezionarle in modo, da evitare, per quanto possibile, le eventuali cause di accidentali imprevedute rotture.

Ma, ad onta delle più attente cure nello scegliere i ferri migliori per la costruzione delle catene, ad onta della più diligente e minuta verifica delle saldature, malgrado le prove delle catene con carico superiore fino al doppio di quello di lavoro, non si riesce ad eliminare in pratica le rotture, che si verificano spesso sotto sforzi di molto inferiori a quelli di prova.

Ad eliminare le cause di rottura, tra cui principale l'imperfetta saldatura degli anelli, si è cercato di sostituire agli anelli di ferro saldati, altri in acciaio di forma speciale a gancio (catene Vaucauson, Damoison), ovvero formati da una serie di lamiere metalliche sovrapposte le une alle altre e convenientemente unite medianti perni (catene Gall).

Ma mentre le prime sono appena servibili per i piccoli sforzi, le seconde, sebbene vantaggiose per trasmissioni, riescono però assai costose, e poco atte ai grandi sforzi. Altri sistemi ancora furono escogitati per migliorare le condizioni di solidità delle

---

(1) Capo del Compartimento di Roma delle Ferrovie dello Stato (v. *Ingegneria Ferroviaria*, N. 7.

catene, e fra questi ricorderemo il procedimento per confezionarle fuse in acciaio; ma praticamente tale innovazione non fece buona prova, stante la fragilità dell'acciaio fuso e delle soffiature che vi si verificavano.

Il problema venne risoluto felicemente col ricavare senza alcuna variante alla forma comune, una catena da una sbarra di acciaio escludendo qualsiasi saldatura.

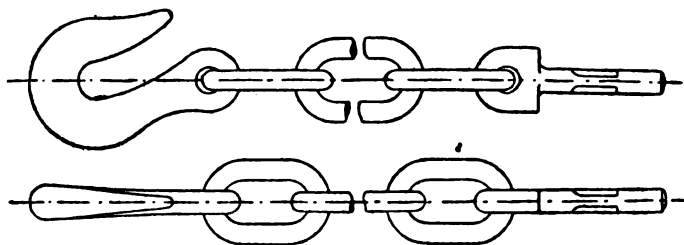



Fig. 1. — Catena di sicurezza sistema Doux.

Il sistema Doux presenta sugli altri una maggiore semplicità di esecuzione, e minor spesa d'impianti, raggiungendo nel contempo un tale perfezionamento, da potersi ricavare dalla stessa

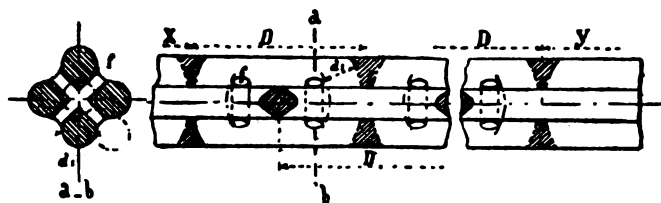



Fig. 2. — Sbarre per catene aperte.

sbarra d'acciaio, oltre gli anelli, anche il gancio ed il pitone delle catene di sicurezza per i veicoli ferroviari, e di più ottenere nelle catene rinforzate il puntello o traversino, anzichè riportarlo, come si è fatto finora, in un sol pezzo coll'anello. Infine nelle catene Roux torna possibile, volendolo, ingrossare le parti soggette a maggior consumo per lo sfregamento.

Per le catene aperte il procedimento è il seguente: date le dimensioni e la forma della catena da costruirsi, ad esempio, quella di sicurezza a lunghe maglie con gancio e pitone pei veicoli ferroviari (fig. 1) si determina, in relazione al diametro della maglia, la sezione dell'acciaio in barra laminato da predisporsi ed il cui profilo è quello indicato nella fig. 2.

La lunghezza D da riportarsi sulla sbarra nel modo indicato nella figura tante volte quanto sono gli anelli della catena da costruirsi, è conseguenza dello sviluppo esterno del profilo della maglia. Gli anelli si limitano esternamente mediante gli intagli delle parti tratteggiate (fig. 2) praticati a caldo. Per limitarli interamente si fanno al trapano dei fori f di diametro conveniente, secondo la grossezza della sbarra, e nelle posizioni determinate col tracciato di cui alla fig. 2.

Fig. 3. — Stampo per catene aperte.

Per confezionare il gancio ed il pitone si lasciano alle due estremità le parti X Y calcolate in guisa da poterli ricavare.

Predisposta in siffatto modo la sbarra d'acciaio, si passa alla foggiatura a caldo degli anelli, mediante una serie graduata di stampi (fig. 3); si tolgono dopo le bavature e si separano gli anelli coi mezzi ordinari. Le estremità X e Y si configurano valendosi degli stampi speciali, si sbavano, si dividono dalle maglie e facilmente si finiscono nella forma voluta.

Fig. 4. — Strettoio per catene aperte.

La trasformazione della forma circolare delle maglie in altra qualsiasi non presenta alcuna difficoltà, e si può ottenere al torchio scaldando e comprimendo gli anelli circolari mediante apposito strettoio, che nel caso speciale potrebbe essere quello indicato nella fig. 4.

Per le catene riforzate (fig. 5) il procedimento da seguirsi è il seguente:

La sbarra di acciaio laminato dovrà presentare la sezione di cui alla fig. 5. La larghezza l e lo spessore s sono conseguenza del diametro d della maglia.

La lunghezza L, da riportarsi sulla sbarra tanto volte quanti sono gli anelli, è uguale a quella dei medesimi.

L'intervallo L_1, da lasciarsi fra le maglie si determina come

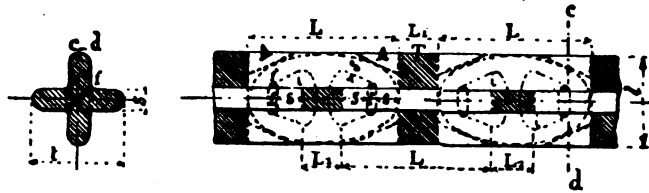



Fig. 5. — Sbarre per catene rinforzate.

risulta dalla figura. Esternamante queste vengono limitate asportando a caldo le parti tratteggiate T, internamente praticando i fori f ed f' indicati nella fig. 4. Mediante punzoni si praticano a caldo gli incavi i, punteggiati nella fig. 4, ed a caldo si smus-

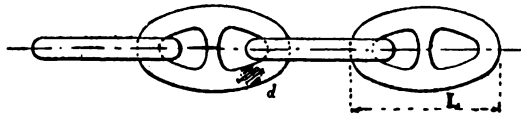



Fig. 6. — Catena rinforzata Doux.

sano pure gli angoli A, si separano indi le maglie e si foggiano in stampi, di cui la fig. 6 rappresenta una metà.

Tolte infine le bavature, si avrà la catena rinforzata avente le traverse in un sol pezzo colle maglie (fig. 5) e così non più suscettibili di spostamenti. Non sarà fuori di luogo aggiungere, che coi sovradescritti metodi di fabbricazione si migliora anche la qualità del metallo, per effetto del notevole lavoro meccanico a caldo, cui l'acciaio viene assoggettato.

È chiaro poi che, per catene di lunghezza superiore a quella che si possa ricavare dalle sbarre ordinarie, necessiterà ricorrere alla saldatura di qualche anello di congiunzione; ma ciò non pregiudicherà menomamente la solidità delle catene, ove si abbia cura di sostituire alla normale bollitura per sovrapposizione, quella speciale così detta *a spira*, la quale trattandosi di pochi

anelli, non presenta difficoltà di lavorazione, nè sensibile maggior spesa.

Rispetto al costo è certo, che le catene in acciaio senza saldatura non si potranno produrre al prezzo di quelle del ferro saldato, ma la lieve maggior spesa sarà esuberantemente compensata dai considerevoli vantaggi, che presentano le prime rispetto alle seconde e che si possono così riassumere:

a) sicurezza assoluta, essendo eliminato il pericolo di qualche difettosa saldatura, la cui perfetta riuscita dipende sempre dalla abilità e diligenza di operai specialisti;

b) maggiore resistenza (da $^2/_3$ al doppio) per egual sezione, ovvero minor sezione, e quindi minor peso e volume per una stessa resistenza;

c) allungamento rilevante prima della rottura;

d) maggior durata delle catene in servizio, per effetto del ringrossamento all'estremità degli anelli;

e) perfetta calibratura degli anelli, condizione questa essenzialissima quando le catene debbono lavorare su tamburi scanalati.

Fig. 7. — Stampo per catene rinforzate.

Per quanto concerne la resistenza alla rottura riportiamo nella tabella seguente i risultati di alcune prove, eseguite con catene aperte presso le Officine di Costruzioni metalliche Cattori di Castellamare di Stabia.

Natura del metallo	Diametro dell'anello mm.	Sezioni mm.²	Lunghezza utile. mm.	Carico di rottura Kg. mm.²	Allungamento °/o
Acciaio dolce . .	18	508,94	312	41,5	27
» » . .	18	508,94	243	44,8	32
» » . .	21,3	712,66	324	42	30
» » . .	21,3	712,66	324	44	35
» » . .	21,2	716	400	51,3	27,8
» » . .	21	692	450	54,2	senza rompersi
» » . .	21,2	706	400	52,9	31

PROGRAMMA DI CONCORSO

per i progetti dell'erigendo Ospedale-Policlinico di Pavia, dell'Istituto Anatomo-Patologico della R. Università e del Brefotrofio della Provincia di Pavia.

(Il programma comprende 17 articoli. Riproduciamo soltanto i principali. Il testo completo va richiesto alla Segreteria della R. Università di Pavia).

Il concorso è di due gradi.

*
* *

Art. I. — Il termine utile per la presentazione dei progetti in 1.° grado alla Segreteria della R. Università di Pavia ove ha sede la Commissione di Vigilanza viene fissato improrogabilmente al giorno 31 Ottobre 1911 alle ore 16.

Art. II. — I progetti, previa esposizione al pubblico per la durata di 8 giorni, verranno giudicati dalla Commissione di Vigilanza, su parere di una Commissione tecnica da essa nominata.

Art. IV. — I progetti tanto in primo che in secondo grado devono constare di tre distinte categorie di edifici, e cioè: quella dell'Ospedale Policlinico, quella dell'Istituto Anatomo-Patologico dell'Università, quella del Brefotrofio della Provincia.

L'Ospedale-Policlinico e l'Istituto Anatomo-Patologico devono avere in comune i locali per il servizio mortuario, con sede in quest'ultimo edificio.

Il Brefotrofio deve essere progettato staccato ed indipendente dagli altri edifici, alla periferia dell'area.

Art. V. — L'Ospedale-Policlinico deve essere progettato ad edifici distinti ed indipendenti, destinati ciascuno a servizi speciali giusta l'elenco sotto indicato, essi devono avere fra loro comunicazioni coperte.

Tali edifici sono:

a) Edificio per la Medicina.

b) Edificî per la Chirurgia generale e settici.

c) Edificio Oftalmico.

d) Edificio Ostetrico-ginecologico.

e) Edificio per la Dermosifilopatia.

f) Edificio per le Patologie Medica e Chirurgia, per la Otorinolaringoiatria e per la Odontoiatria.

g) Edificio per la Pedriatria (collegato col Brefotrofio).

h) Padiglione di 50 letti per tubercolosi.

i) Padiglioni per contagiosi, capaci complessivamente di 20 letti. Questi padiglioni devono essere progettati in modo che possano per ora essere costruiti ed in grado di funzionare per 6 letti soltanto. Pel preventivo di questi padiglioni veggasi l'art. X.

l) Edificî per i servizi generali.

Art. VIII. — Gli edifici per i servizî generali sono: quelli per lavanderia, cucina, farmacia, disinfezione, uffici della direzione e dell'economato, accettazione ammalati, astanteria, portineria, abitazione per un impiegato,

personale di servizio, alloggio delle dedicate e del padre spirituale, servizio religioso, ecc., come da relativo allegato.

Essi dovranno essere progettati per un numero complessivo di circa 650 letti, nella eventualità di un futuro ampliamento dell'Ospedale-Policlinico.

Art. XII. — In primo grado si domanda:

a) Lo studio del progetto di massima: cioè la distribuzione degli edifici sull'area delimitata nel tipo suindicato; rapp. 1 : 2000;

b) La disposizione, forma e dimensioni in pianta nei diversi piani dei locali richiesti nell'allegato fabbisogno, con l'accenno al modo con cui si potranno aggiungere altre infermerie ospitaliere.

L'elevazione, cioè fronti e sezioni, degli edifici, il tutto nel rapp. 1 : 200.

Tipo di decorazione architettonica dei medesimi nel rapp. 1 : 100, con alcuni particolari da 1 : 20;

c) Il computo particolareggiato dell'area coperta e di cubatura di ciascun edificio, dal terreno alla gronda, per gli altri;

d) La designazione della località preferita per i serbatoi dell'acqua, la distribuzione schematica della rete dei canali di conduttura delle acque di rifiuto; rapp. 1 : 500;

e) La designazione dei materiali da impiegarsi preferibilmente nelle diverse costruzioni siano per sostituzioni che per elevazioni fuori terra, per soffitti, coperture e condotti d'acqua, delle pavimentazioni e delle imposte;

f) L'accenno al sistema di riscaldamento e di ventilazione.

g) Il preventivo di costo di ciascun edificio, tenendo separato quello dell'opera muraria e di decorazione, da quello del riscaldamento e condotti speciali, e della sistemazione e chiusura dell'area;

h) La descrizione succinta dell'intero edificio, con i particolari per le singole opere speciali che lo compongono;

i) La designazione e destinazione dei locali che compongono i singoli edifici dovrà di preferenza essere scritta nei locali stessi.

In secondo grado si richiede:

A) Lo sviluppo quotato completo in ogni sua parte e particolare di ogni edificio, tanto in pianta nei diversi piani che li compongono, quanto in elevazione, con i relativi spaccati e lo sviluppo delle scale principali, il tutto nel rapp. 1 : 100;

B) I particolari di distribuzione e di disposizione dei letti e delle suppellettili in ogni singolo edificio. Quelli per ogni locale speciale, siano essi per la residenza degli ammalati, che adibiti all'istruzione in generale, e quella speciale da impartirsi in appositi locali per ogni singolo comparto. I particolari del servizio sanitario, di riscaldamento, di ventilazione, illuminazione artificiale il tutto nel rapp. di 1 : 100.

C) La distribuzione della rete dei condotti di scarico delle acque tutte, del gaz e delle condutture elettriche e la fognatura generale interna nel rapp. 1 : 200, con particolari nel rapp. 1 : 20.

D) I particolari decorativi delle fronti dei diversi edifici, delle imposte interne ed esterne, delle vetrate, lucernari, pensiline, gallerie chiuse od aperte nel rapp. 1 : 20.

E) La descrizione particolareggiata di ogni singolo edificio, e dei particolari che lo compongono, tanto nelle opere di assieme costruttivo di finimento che di arredamento.

F) Il computo metrico dettagliato di ogni singola quantità di opere e somministrazioni indicando il materiale da impiegarsi, il sistema di costruzione delle diverse parti, steso per ogni singolo edificio, in ogni loro più minuto particolare, e per locali speciali d'insegnamento e di servizio e delle opere di completamento dell'intero fabbricato, fognatura generale interna al recinto fino alla sponda destra del Naviliaccio: parimenti la conduttura del gaz, elettricità, riscaldamento, acqua potabile e ventilazione artificiale, ecc.

G) L'elenco dei prezzi con le analisi principali.

H) Il preventivo di spesa particolareggiato per ogni edificio compiuto in ogni suo particolare.

Art. XIII. — Gli autori che verranno ammessi al 2.° grado dovranno ottemperare per lo sviluppo del progetto a quelle ulteriori prescrizioni, che verranno loro indicate dalla detta Commissione di vigilanza.

Art. XIV. — All'autore del progetto, che verrà scelto in secondo grado per la esecuzione verrà assegnato il premio di L. 30,000, mentre ai concorrenti che rimangono soccombenti verrà assegnato a ciascuno una retribuzione di L. 5.000

per la Commissione di Vigilanza
Il Presidente
Prof. Sen. Camillo Golgi.

Temi del I congresso nazionale di navigazione.

Sezione I: Navigazione Interna.

Questioni.

1.° Quale tipo di sistemazione in alveo convenga adottare per ridurre a buone condizioni di navigabilità i fiumi italiani, data la fisica ed il regime delle diverse tratte del loro percorso.

Quali siano gli estremi che possono indurre alla creazione di canali laterali invece che alla sistemazione in alveo.

2.° Se convenga, date le condizioni corografiche delle principali valli italiane e tenute presenti le ragioni economiche, collegare i vari bacini fluviali fra di loro con vie interne, o per mezzo dei porti marittimi e della via del mare.

3.° Se sia necessario che la polizia della navigazione sui corsi d'acqua dipenda dagli stessi uffici e dallo stesso personale che hanno la polizia e la manutenzione delle opere idrauliche relative.

Comunicazioni.

1.° Di un sistema di statistiche specialmente atto a rilevare il movimento di navigazione e di merci sulle vie d'acqua interne.

2.° Tenute presenti le iniziative dei Comitati locali per lo sviluppo della

navigazione interna, in quale miglior modo si possa dare sollecita e pratica applicazione alla Legge 2 gennaio 1910, n. 9 e specialmente alle disposizioni dei capi IV e V di detta Legge.

3.° Organizzazione di un servizio regolare per la previsione delle piene e delle magre dei fiumi navigabili, in base ai dati pluviometrici ed idrometrici.

Sezione II: Navigazione Marittima.

Questioni.

1.° I porti marittimi in relazione alle esigenze dei traffici moderni, per riguardo a:

a) costruzione e manutenzione;

b) attrezzamento, arredamento, illuminazione;

c) esercizio ed amministrazione.

2.° Il regime economico più conveniente per la marina mercantile. Distinzione fra industria delle costruzioni navali e industria dei trasporti. Marina libera, marina sovvenzionata; caratteri loro differenziali.

Marina di linea e marina irregolare. Necessità di adattare i provvedimenti legislativi ai diversi rami. Sovvenzioni postali, commerciali e militari. Protezionismo marittimo (premio, sgravi, facilitazioni, tariffe ferroviarie, credito navale).

3.° Problemi inerenti alla distribuzione ed al concentramento dei carichi da e verso i maggiori centri marittimi, per via d'acqua e per via di terra.

Comunicazioni.

1.° Relazione sui lavori più recenti eseguiti nei principali porti italiani, per costruzione, manutenzione, attrezzamento.

2.° Impiego del cemento armato nelle opere marittime fisse e natanti.

3.° La Marina mercantile in rapporto ai trattati di commercio e di navigazione.

4.° Servizio di illuminazione delle coste.

Bibliografia.

Le valutazioni di bilancio con particolare riguardo ai bilanci delle società per azioni. — Prof. Gino Zappa della R. Scuola Superiore di applicazione per gli Studi Commerciali in Genova. — Volume in-8 di pag. 230, L. 6, Società Editrice Libraria, Milano.

Premessa una breve *introduzione* diretta a chiarire il contenuto del bilancio ed a comporre la trama sulla quale la susseguente trattazione è intessuta, l'A. esamina succintamente nella *prima parte* le disposizioni che le principali legislazioni contengono in materia di valutazioni d'inventario. La *seconda parte* tratta della valutazione in generale: qui è correttamente enunciato in tutta la sua interezza il principio dell'omogeneità per ciò che

s'attiene all'assegnazione dei valori d'inventario: qui tra l'altro è largamente studiata la dibattuta questione degli scopi del bilancio, e sono poste in evidenza le gravi conseguenze di una deficienza che si riscontra nel nostro codice di commercio, il quale mentre impone agli amministratori di società per azioni di porre in chiara evidenza mediante il bilancio « gli utili realmente conseguiti e le perdite sofferte », non dice quando mai possa credersi che i bilanci abbiano raggiunto lo scopo voluto. Passa quindi l'A., sempre nella seconda parte, a cercare tra gli innumeri procedimenti seguiti dai pratici o suggeriti nel controverso campo delle discipline amministrative, un complesso di principii e di norme che possa servire di traccia nel segnare la via che i compilatori dei bilanci debbono seguire per raggiungere i fini prescritti dalla legge: notevoli la discussione del criterio dei prezzi correnti e l'esauriente trattazione riflettente l'ammortamento del patrimonio immobilizzato. Nella *terza parte* si dice secondo quali norme si procede in effetto, secondo quali si dovrebbe procedere nella valutazione dei principali elementi reali di un patrimonio particolare: fra i più interessanti paragrafi facciamo notare quelli riguardanti la valutazione delle macchine, la valutazione dell'avviamento e delle spese di impianto, la valutazione dei valori mobiliari. Segue la *parte quarta* che ha per oggetto la valutazione del netto patrimoniale e delle sue quote ideali: i chiarimenti intorno all'essenza tanto di frequente mal compresa, del netto patrimoniale, l'accurato studio delle riserve nei diversi aspetti sotto i quali esse possono essere considerate, ci pare meritino anche in questo breve cenno speciale menzione. Una serrata *conclusione* chiude il libro con l'enunciazione delle modificazioni che l'A. suggerisce alle disposizioni portata attualmente dal nostro codice di commercio in materia di formazione di bilanci.

G. S.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, Gerente.

IL NUOVO BAGNO MUNICIPALE DI MILANO AL PONTE DELLA GABELLA (Viale Porta Nuova).

CAVO REDEFOSSI

NAVIGLIO MARTESANA

PIANTA GENERALE

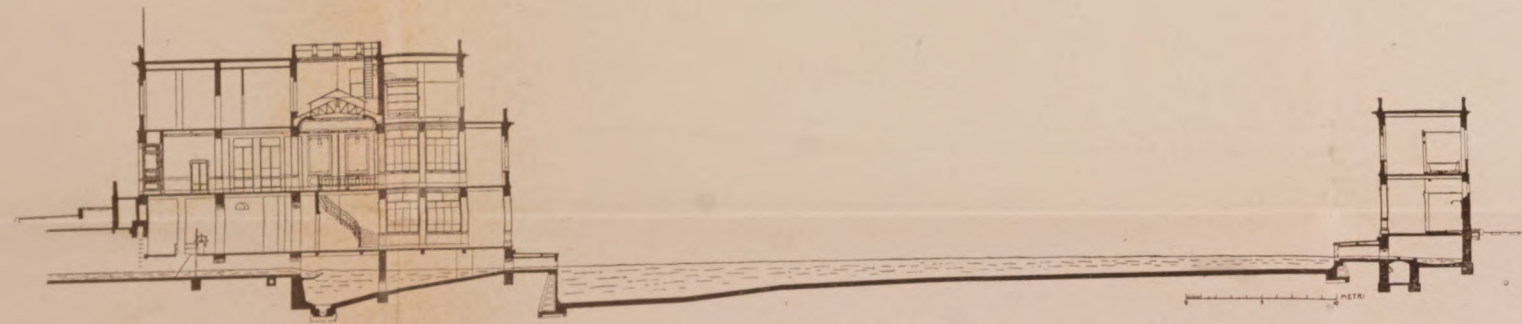
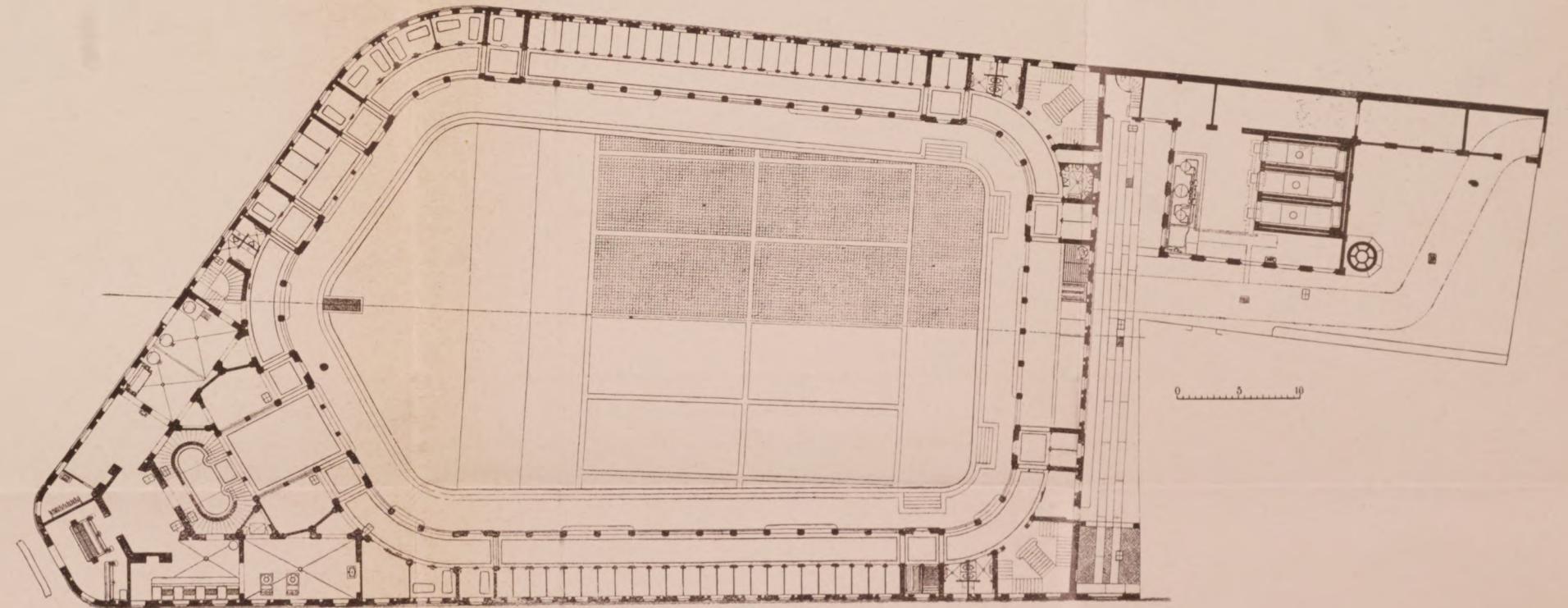
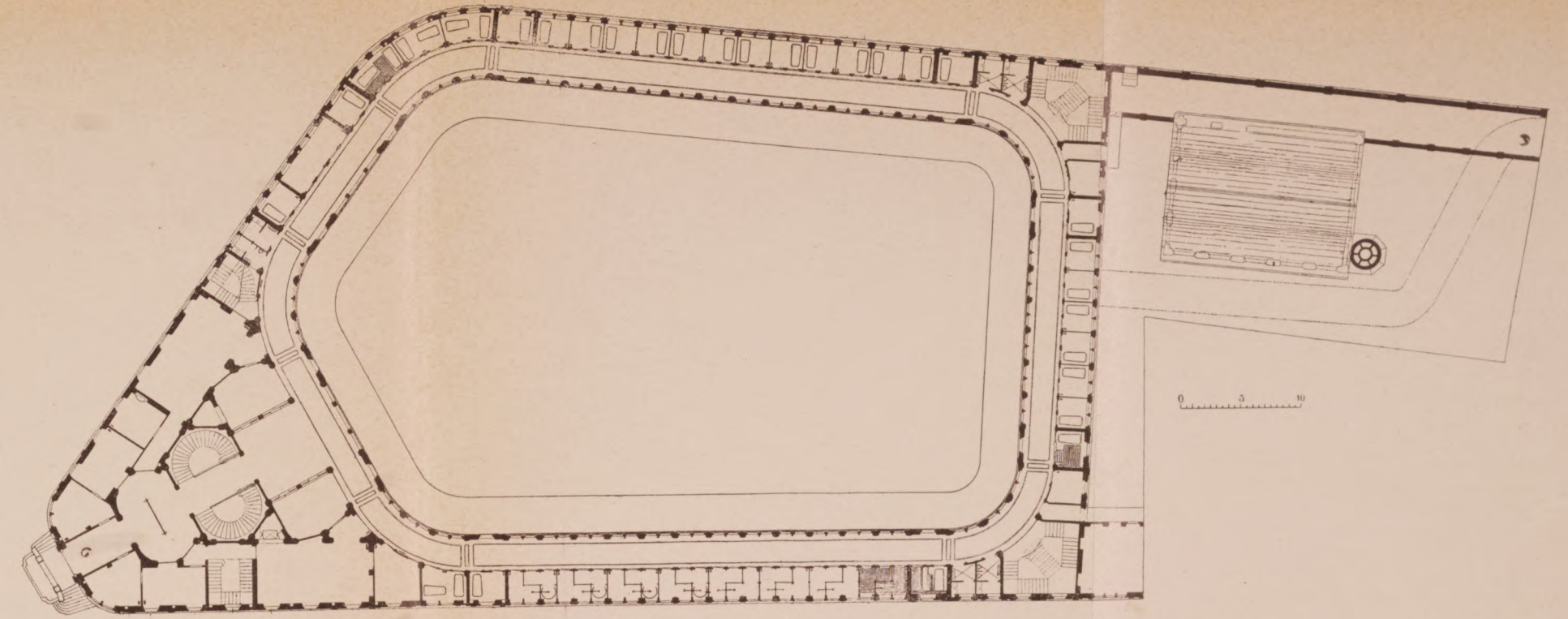
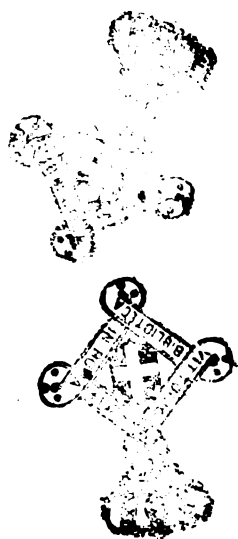
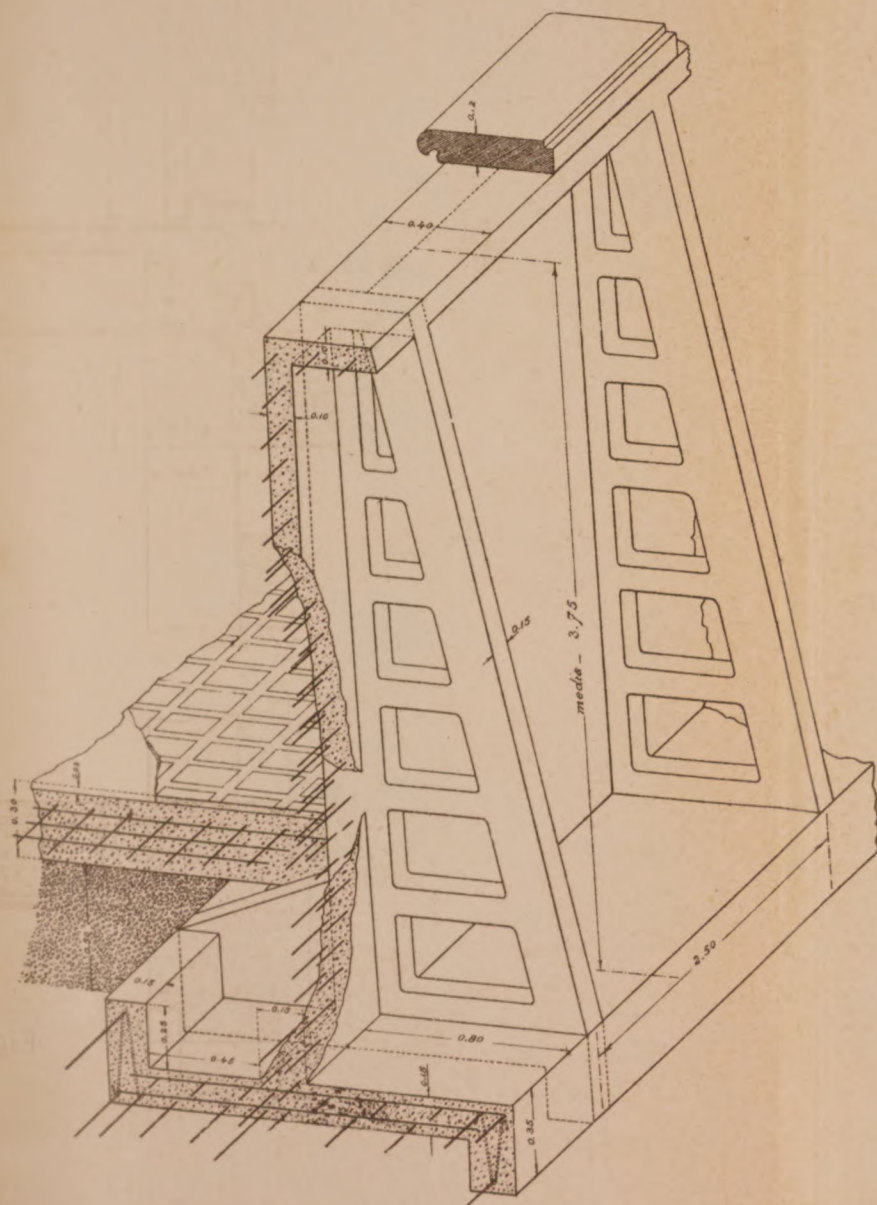
SEZIONE TRASVERSALE

SEZIONE LONGITUDINALE

IL NUOVO BAGNO MUNICIPALE DI MILANO
AL PONTE DELLA GABELLA (Viale Porta Nuova).

Fig. 1. DETTAGLIO COSTRUTTIVO DELLA VASCA DA NUOTO IN CEMENTO ARMATO

DETTAGLIO COSTRUTTIVO
ARCHITRAVI PILASTRI E SOFFITTI
IN CEMENTO ARMATO

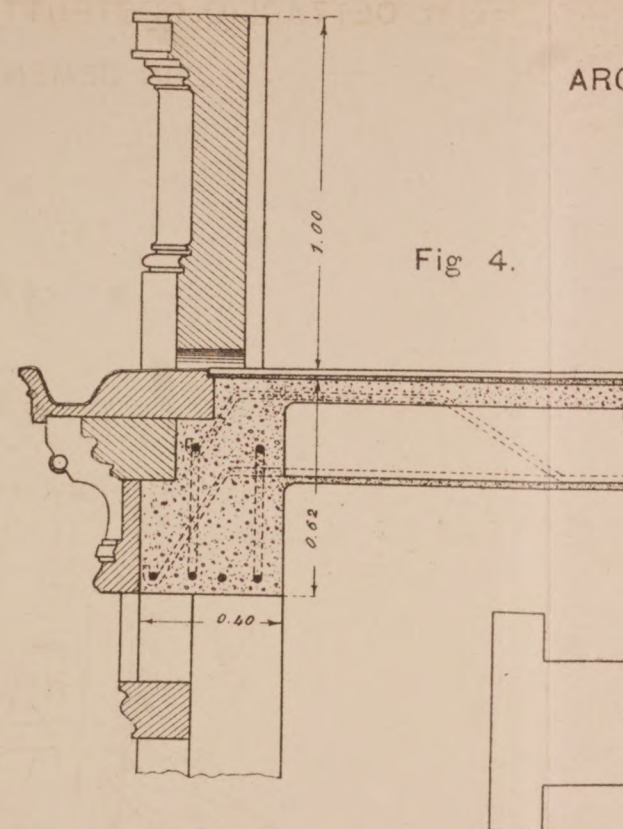
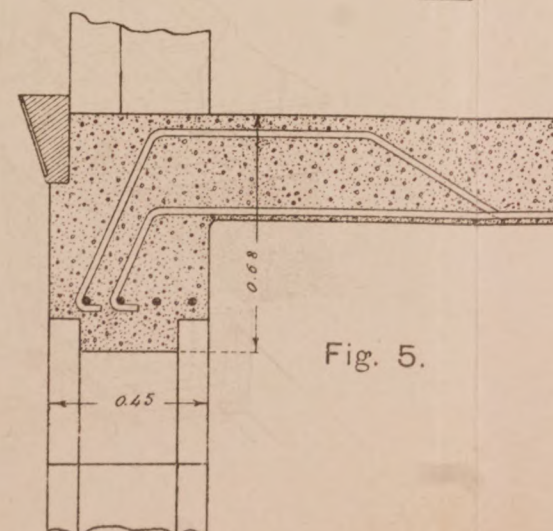



DIAGRAMMA DI CARICO DELLE TRAVI DEI SOFFITTI

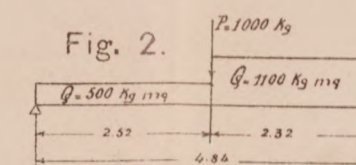
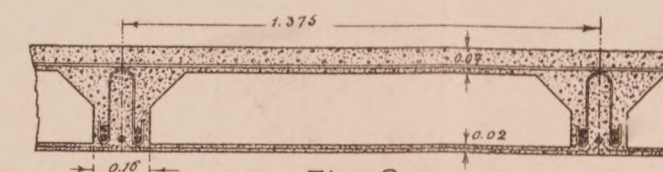



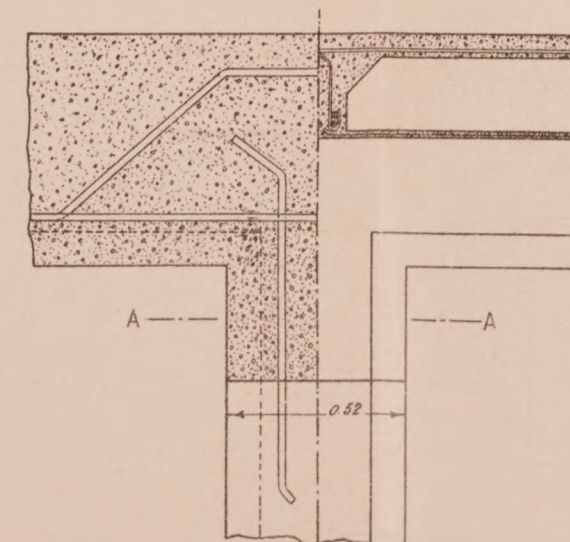
Fig. 6.

IL NUOVO BAGNO MUNICIPALE DI MILANO AL PONTE DELLA GABELLA (Viale Porta Nuova).

Fig. 7. PLANIMETRIA DEL LOCALE DELLE CALDAIE E DEI RISCALDATORI E DISTRIBUTORE D'ACQUA CALDA PER BAGNI E DOCCIE

SEGNI CONVENZIONALI

1 CALDAIE MQ. 40
2 POMPA "DUPLES,,
3 DISTRIBUTORE DI VAPORE
4 SERBATOIO PER L'ACQUA DI CONDENSA
5 RISCALDATORI D'ACQUA
6 DISTRIBUTORE D'ACQUA CALDA

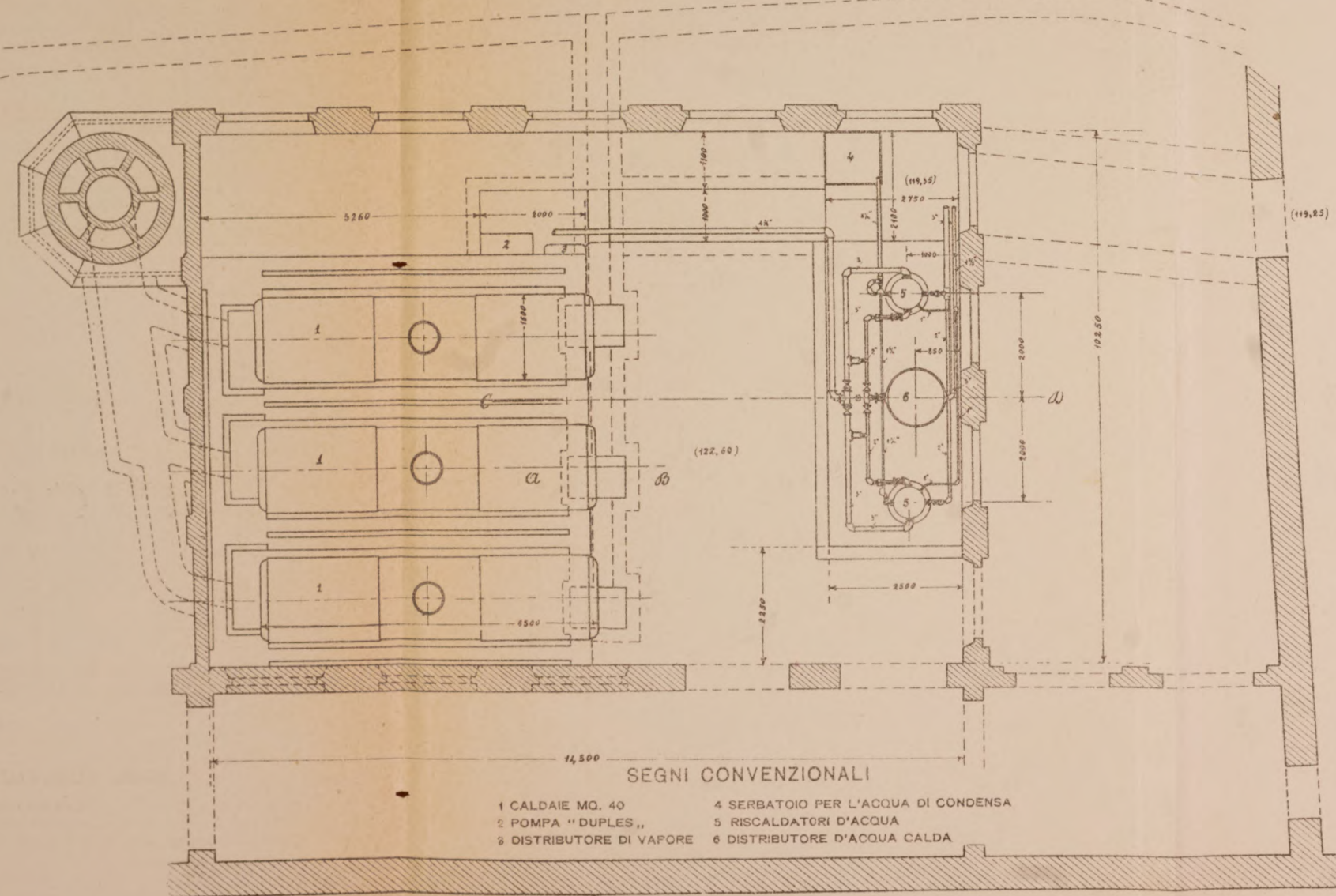



Fig. 8. DISPOSIZIONE DELL' ESSICATOIO

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 13 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Luglio 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Nuove disposizioni cinematiche ad inversione di marcia per macchine a doppio distributore

Ing. G. Cicali

(con una tavola)

L'originalità con la quale il Guinotte risolse la questione relativa alle distribuzioni con grado di ammissione variabile (1) fu a suo tempo certamente notevole e tale rimane anche oggidì se si riflette che alla variabilità del grado d'introduzione dallo zero al massimo o naturale (dovuto al cassetto) il Guinotte pervenne con la semplice e sola intuizione. Conviene però far rilevare, a titolo di critica, che se le sue deduzioni sono perfette teoricamente, non tale è la distribuzione che le attua, perchè essa risulta cinematicamente più complessa delle ordinarie distribuzioni a glifo, non tanto per l'adozione di un secondo glifo quanto per la necessità d'impiegare tre eccentrici e molte leve di connessione se si vuole ottenere l'inversione del movimento.

Ond'è per questo e per l'importanza che hanno anche attualmente (2) le distribuzioni ad espansione variabile che riteniamo

(1) In questo genere di distribuzioni la piastra di espansione è comandata per mezzo di un glifo.

(2) L'importanza che possono avere i nuovi tipi di distribuzione studiati dallo scrivente risulta:

a) In vista della diffusione acquistata dalla distribuzione di Walschaerts dalla quale essi derivano.

b) Perchè con l'abbandono delle imperfette distribuzioni di Gonzembach e di Polloneeau dalle locomotive germaniche (motivata dal fatto che con esse non

non del tutto privo d'interesse far conoscere non solo alcuni nuovi tipi di distribuzione a glifo più semplici di quella ideata dal Guinotte, ma anche di enunciare le condizioni generali a cui deve soddisfare una distribuzione a doppio cassetto affinchè siano possibili tanto la marcia avanti che quella indietro.

I. Tipo di distribuzione a glifo ad espansione variabile senza inversione di marcia (1).

È rappresentata schematicamente nella fig. 1 nella quale il glifo $V_2\ V_1$ è comandato in V_1 dall'eccentrico $O\ M_1$ che a differenza di quanto succede nella Walschaerts ha un certo angolo δ di precessione e l'angolo $90 + \delta$ di calettamento rispetto alla manovella motrice $O\ L_0$. Questa muove per mezzo della biella $L_0\ T$ e della squadra $T\ S\ F$ il glifo $F\ N$ che dirige col suo estremo N la piastra P' di espansione. Il punto intermedio P della $F\ N$ è unito (per mezzo della $H\ P$) al corsoio H mobile nel glifo $V_2\ V_1$.

---

si ottenevano migliori rendimenti) non si escluse la possibilità di applicare i doppi cassetti nel caso di locomotive a velocità moderata.

c) Perchè in realtà le distribuzioni a doppio cassetto hanno un vantaggio nel diminuire il grado d'introduzione, senza alterare le fasi di scarico.

d) Ed infine per la provata loro efficacia nelle macchine d'estrazione ed in generale in tutte le macchine fisse funzionanti a velocità non superiore ai 130 giri.

(1) *Richiami generali sulla teoria delle distribuzioni:* Angolo di pressione δ di un eccentrico $O\ M_1$ (fig. 1) è l'angolo di cui esso si è spostato dalla sua posizione media $O\ y$, allorchè la manovella motrice $O\ L_0$ è al punto morto di sinistra. Angolo di calettamento dell'eccentrico $O\ M_1$ è l'angolo $L_0\ O\ M_1$.

In una distribuzione a doppio cassetto si può variare il grado d'introduzione tenendo fisso l'eccentrico che comanda il cassetto o variando quello che comanda la piastra d'espansione. A questo scopo la piastra P' fig. 1 è sempre collegata ad un glifo ($F\ N$ nel caso della figura).

La $F\ N$ può considerarsi come un glifo comandato in F dall'eccentrico fisso $O\ L_0 = r$; in P dall'eccentrico che guida il corsoio H e che varia collo spostarsi di questo nel glifo $V_2\ V_1$ (fig. 1). La $H'\ L_0$ (fig. 2) dà la linea delle eccentricità ideali relativa ai punti del glifo $F\ N$, per una data posizione del corsoio H sul glifo. Ora la teoria generale dei glifi dice: L'eccentrico ideale di un punto qualunque H_1' (fig. 5) oppure N (fig. 1) di un glifo si ottiene dividendo la retta delle eccentricità ideali ($M_1\ M_2$ (fig. 6) oppure $H'\ L_0$ (fig. 2) relativa a due punti del glifo) nello stesso rapporto in cui H_1' od N dividono rispettivamente i loro glifi. Onde applicando questa considerazione potremo in ogni caso determinare l'eccentrico che muove la piastra di espansione.

Il cassetto C' è infine comandato dalla bielletta $V_1 B$ e questa dallo stesso eccentrico $O M_1$ che dà il movimento al glifo.

Linea delle eccentricità ideali.

Risulta immediatamente dalla fig. 1 che l'eccentrico che muove H è dato da:

$$\pm O M_1 \times \frac{C H}{C V_1}$$

con valore variabile a seconda della posizione che prende H nel glifo. L'angolo di pressione di questo eccentrico è senz'altro quello di $O M_1$ (cioè δ quando H si trova sul tratto $C_1 V_1$; $180 + \delta$ in corrispondenza della posizione superiore, diametralmente opposta). L'eccentrico di P coincide con quello di H onde il glifo $F N$ è comandato in F e P rispettivamente dagli eccentrici

$$r = O L_0 \quad \text{e} \quad \pm O M_1 \times \frac{C H}{C V_1} = O H'$$

che sono rappresentati nella fig. 2 con i segmenti $O L_0$, $O H^1$ (in posizione tale da aver gli spostamenti in direzione della manovella motrice, ossia ribaltati rispetto alla $y\,y$ per costruire il diagramma di Zeüner).

Componendo $O L^o$ ed $O H'$ si determina la linea delle eccentricità ideali relativa ai punti del glifo $F N$ (nota 3) dividendo questa sul rapporto

$$\frac{N'\ H'}{H'\ L_0} = \frac{N P}{P F} = \text{costante} \qquad [1]$$

si ottiene N^1 e quindi in $O N^1$ l'eccentrico ideale di N che dà il moto alla piastra di espansione.

Variando il punto H sul glifo, l'estremità dell'eccentrico $O N'$ che comanda la piastra si sposta sulla $N'\ N''$ parallela $O H^1$ perchè deve essere sempre soddisfatta la relazione [1].

Quanto al cassetto potremo osservare: Che se il suo estremo B è collegato all'estremo V_1 del glifo l'eccentrico che lo comanda è $O M_1$, risulta invece $- O M_1$ se il cassetto si fa muovere (per mezzo della bielletta $V_2 B$) dal punto V_2. Adotteremo questa disposizione, perchè la migliore. Risulta allora chiaro che se si vuole che l'eccentrico fisso $O M_1$ del cassetto sia sempre in ritardo rispetto a quello variabile $O N'$ della piastra (come indica

la fig. 2, nella quale si ricordi che gli eccentrici sono stati ribaltati rispetto alla $y\,y$) conviene rovesciare $O\,M_1$ prendere cioè $O\,M_2$ per eccentrico di V_1, l'eccentrico di V_2 è allora dato da

$$-\,O\,M_2 = O\,M_1$$

ossia il diagramma della fig. 2 rimane inalterato.

Diagramma della distribuzione.

Dedotta la linea delle eccentricità ideali relativa alla piastra di espansione si possono studiare le caratteristiche della distribuzione descrivendo la circonferenza $O\,M_1$ dell'eccentrico fisso del cassetto e tracciando (fig. 4) le linee $M_2\,M_2'$, $m_2\,m_2'$ parallele ad $O\,M_1$ rappresentanti (com'è noto) rispettivamente il luogo delle estremità degli eccentrici che comandano la piastra e quello degli eccentrici del moto relativo. Tracciate inoltre le circonferenze del ricoprimento esterno e e quella y (della distanza fra l'orlo della piastra è quello estremo della luce a^1 del cassetto, allorchè la piastra è centrata rispetto al cassetto, fig. 3) si conduca per O la perpendicolare comune alle $M_2\,M_2'$ ed $m_2\,m_2'$. Scegliendo $O\,m_2$ per eccentrico del moto relativo si vede che sono soddisfatte tutte le condizioni per avere l'introduzione massima (o naturale dovuta al cassetto). Infatti dalla fig. 4 si scorge che il cassetto permette da $O\,L^1$ ad $O\,L_0$ l'anticipazione all'introduzione, da $O\,L_0$ ad $O\,L$ l'introduzione, mentre la piastra chiudendo la luce a' (fig. 3) in corrispondenza di m_2 o di $O\,L_1$ (posteriore ad $O\,L$) non ostacola l'introduzione naturale dovuta al cassetto (che è la massima) ed è escluso il pericolo di reintroduzione di vapore (perchè la riapertura per parte della piastra avviene dopo che il cassetto ha chiuso la sua luce a). Per questa introduzione massima l'eccentrico della piastra è $O\,M_2$ parallelo ad $M_1\,m_2$.

La minima introduzione invece (essendo conveniente non eliminare l'anticipazione lineare all'introduzione da L^1 ad L_0 permessa dal cassetto) si ottiene facendo in modo che la piastra chiuda l'introduzione, allorchè la manovella motrice è in $O\,L_0$, la circonferenza relativa per la minima introduzione (zero) dovendo allora passare per Q per m_2 (in cui la piastra riapre la luce a') ed O avrà per raggio di eccentricità $O\,m_2'$ determinato dall'incontro delle perpendicolari condotte in m_2 e Q alle $O\,m_2$ ed $O\,Q$ rispettivamente.

Siccome le $M_2\,M_2'$, $m_2\,m_2'$ sono parallele ad $O\,M_1$, affinchè il

punto d'incontro m_2' delle predette perpendicolari sia sulla $m_2\ m_2'$ deve la $O\ m_2$ essere la perpendicolare comune alle $M_2\ M_2^1$. $m_2\ m_2'$ (come si era già fatto) il che non costituisce un difetto della distribuzione, perchè $O\ L_1$ è posteriore a $O\ L$.

Con questa distribuzione è quindi possibile variare il grado d'introduzione da zero al naturale, però non è possibile ottenere l'inversione di marcia (il che risulta evidente).

II. Condizione a cui deve soddisfare una distribuzione di questa natura affinchè sia possibile l'inversione del movimento.

Il Guinotte dimostrò che affinchè siano possibili l'introduzione nulla e quella naturale senza eliminare l'anticipazione lineare deve la linea degli eccentrici relativi essere (rispetto alla $m_2\ m_2'$) disposta dalla parte opposta di O e volgere la sua concavità verso questo punto (se è una curva). La $m_2\ m_2'$ rappresenta la posizione limite di questa linea (fig. 4).

Aggiungiamo: « **Affinchè sia possibile l'inversione del moto deve la distribuzione esser tale che disponendo l'eccentrico del cassetto per la marcia indietro (in posizione $O\ M_1'$, fig. 8, simmetrica di $O\ M_1$ rispetto ad $x\ x$) risulti conseguentemente per nuova linea delle eccentricità relative ideali una linea $M'\ M'_2$ simmetrica, di quella $m_2\ m_2'$ relativa alla marcia avanti, rispetto allo stesso asse** ».

Da questo scaturisce immediatamente che se invece di muovere l'estremo V_1 del glifo (come si è fatto nella fig. 1) servendosi dell'eccentrico fisso $O\ M_1$, lo si comanda con uno degli eccentrici ideali, $O\ M_1$ od $O\ M_2$ (fig. 6) relativi agli estremi $M_1\ M_2$ di un glifo (fig. 5) poichè questi eccentrici (di V_1) comandano (per mezzo della $V_1\ T$) il cassetto è chiaro che potremo passare dalla marcia avanti a quella indietro spostando semplicemente $M_1\ V_1$ in $M_2\ V_1$. Per tale spostamento viene ad essere invertita (simmetricamente ad $x\ x$ fig. 7) la linea delle eccentricità della piastra che passa dalla posizione $N_1\ N_2$ a quella $N'\ N''$ per la marcia indietro.

« **Comandano quindi l'estremo V_1 del glifo di Walschaerts, per mezzo dei punti estremi di un glifo ordinario si risolve definitivamente la questione di render la distribuzione atta all'inversione di marcia** ».

Questo è quanto ci ha guidato nella ricerca dei seguenti tipi di distribuzioni, dei quali, perchè nuovi, non sarà inutile far conoscere le principali caratteristiche.

III. Distribuzioni a glifo ad espansione variabile e con inversione di marcia.

1.° tipo. — È rappresentato in fig. 5; l'eccentrico $O\,M_0$ è unito al glifo $M_1\,M_2$ i cui estremi possono comandare per mezzo della $M_2\,V_1$ (che può prendere anche la posizione $M_1\,V_1$) il glifo di Walschaerts, in V_1. Al punto V_1 è poi articolata la bielletta $V_1\,T$ che guida il cassetto sul suo moto di traslazione.

La manovella $O\,L_0 = r'$ comanda al solito per mezzo della biella $L_0\,Q$ il punto F della $F\,N$, la quale a sua volta è comandata in P dallo stesso eccentrico H.

La linea delle eccentricità ideali relative ai punti del glifo $M_1 M_2$ è la retta $M_1\,M_2$ (fig. 6) condotta per l'estremo M_0 di r, perchè gli eccentrici dei punti del glifo hanno per caratteristiche (1)

$$r \;;\; \pm \frac{r\,u}{l}$$

mentre gli eccentrici ideali dei punti estremi M_1 ed M_2 hanno rispettivamente per caratteristiche

$$r \;;\; \pm \frac{r\,c}{l}$$

ove r è il raggio di eccentricità $O\,M_0$.

È facile dimostrare che questa distribuzione è ad inversione di marcia, soddisfacendo il suo diagramma alla condizione posta.

Linea delle eccentricità ideali e diagramma della distribuzione.

Allorchè V_1 è comandato dall'eccentrico ideale $O\,M_1$ (di M_1), fig. 6, che dato il tipo di glifo adottato (Pius-Fink) fa l'angolo di 45° coll'asse $x\,x$, l'eccentrico che muove il corsoio H^1 (fig. 5) è dato da

$$\pm\, O\,M_1 \times \frac{C\,H^1}{C\,H_1} = O\,P_1 \text{ od } O\,P_2$$

(fig. 7) con la percessione $\delta = 45°$ oppure $\delta = 180° + 45°$ secondo

---

(1) La l rappresenta $M_0\,D$; u invece è distanza del corsoio H_1' dal centro D del glifo. Se si prendono i punti estremi per comandar V_1 allora $u = \pm c$ (semilunghezza del glifo).

La u è $\pm$ secondoche H_1' è al disopra od al disotto dell'asse del movimento.

che H' è nella posizione segnata in (fig. 5) oppure in H_1 (superiore) onde l'estremo dell'eccentrico ideale di H' si muove sulla $O\,M_1$, questo eccentrico come si è già osservato, è quello stesso che dà moto al punto P del glifo rettilineo $N\,F$.

Siccome l'eccentrico di F è $O\,L_0 = r^1$ (manovella motrice) risulta per eccentrico del punto N (o della piastra) l'eccentrico $O\,N_1$ dedotto dividendo la $L_0\,P_1$ nel rapporto

$$\frac{N_1\,P_1}{P_1\,L_0} = \frac{N\,P}{P\,F} = \text{costante}$$

variando H' sul glifo, P_1 si sposta su $O\,M_1$ ed N_1 sulla $N_1\,N_2$ parallela ad $O\,M_1$.

Poichè il cassetto ha per eccentrico fisso $O\,M_1$, per le differenti posizioni che assume il corsoio H' nel glifo, avremo $O\,M_1$ come eccentrico fisso del cassetto, $O\,N_1$ come eccentrico variabile della piastra; l'eccentrico risultante (di $O\,M_1$ ed $O\,N_1$) è quello che dà (per una certa posizione di H_1) il moto relativo della piastra rispetto al cassetto.

Se H^1 passa in H_1 il suo eccentrico diventa (fig. 7)

$$-\,O\,M_1 \times \frac{C\,H_1{}^1}{O\,V_1} = O\,P_2$$

mentre quello di V_1 è lo stesso $O\,M_1$.

Allorchè invece $M_1\,V_1$ passa in $M_2\,V_1$ l'eccentrico ideale di V_1 diviene $O\,M_2$ (simmetrico ad $O\,M_1$) l'eccentrico di H' o di P

$$\pm\,O\,M_2\,\frac{C\,H'}{C\,V_1} = O\,P' \text{ od } O\,P''$$

secondochè il corsoio è in H^1 od in H_1 ed ha la direzione di $O\,M_2$ o la reciproca.

L'estremo P' dell'eccentrico $O\,P'$ (di H' o di P) si muove quindi sulla $P'\,P''$ mentre quello variabile $O\,N'$ di N o della piastra si sposta col suo estremo sulla parallela $N'\,N''$ ad $O\,M_2$ costrutta nello stesso modo.

Per tracciare il diagramma della distribuzione, basterà allora ribaltare la fig. 7 rispetto ad $y\,y$ otterremo così la fig. 8, dalla quale risulta immediatamente che si possono ottenere l'introduzione massima e quella zero (pur conservando una certa anticipazione) tanto per la marcia avanti che per quella indietro. « In questa distribuzione non abbiamo in complesso che un solo eccentrico invece

di tre, come nella Guinotte », v'ha però l'inconveniente di non poter ottener con essa dei gradi d'introduzione troppo forti, essi risultano però sempre maggiori del 50 % della corsa. **« Ha sulla Pius-Fink il vantaggio di non richiedere delle biellette troppo lunghe,** essendo soltanto $V_1\ T$ la lunghezza della biella del cassetto ».

Per la marcia indietro si ha $O\ M_1''$ per eccentrico fisso del cassetto e tutti gli altri eccentrici (segnati con due apici) risultano simmetrici (rispetto ad $x\ x$) a quelli relativi alla marcia avanti.

2.° tipo. — È assai importante per le caratteristiche che possiede. Invece di comandare l'estremo V_1 con un eccentrico a glifo, si adotta un glifo di Stephenson nel qual caso si richiedono due eccentrici r_1 (fig. 9).

Per il modo di funzionare del glifo di Stephenson il punto V_1 ed il cassetto C' saranno sempre comandati nella direzione del movimento $x\ x_1$, il primo dalla biella $H_1\ V_1$, il secondo dalla $V_1\ T$ entrambe articolate in V_1. Portando tutti i punti del glifo, compresi fra $M_1\ M_2$ a coincidere con H_1 (sull'asse $x\ x$) si avranno tutti gli eccentrici ideali possibili che comandano V_1 ed il cassetto. Il luogo delle loro estremità è la parabola $M_1\ M\ M_2$ disegnata in fig. 10 e passante per gli estremi degli eccentrici $O\ M_1$ $O\ M_2$ che nella Stephenson coincidono con gli eccentrici reali r_1 della fig. 9.

Gli eccentrici ideali posti superiormente alla $x\ x$ sono relativi alla marcia avanti, il contrario avviene per quelli situati al disotto, $O\ M_2$ compreso. Se quindi facciamo variare l'eccentrico che comanda V_1 (ed il cassetto) secondo la parabola tracciata, potremo evidentemente ottenere tutte le anticipazioni permesse dalla distribuzione Stephenson.

Se si prende $O\ M_1$ per comandare V_1 (od il cassetto C^1) e lo si considera come eccentrico fisso risulta senz'altro.

$$O\ P_1 = O\ M_1\ \frac{C\ H}{C\ V_1}$$

per eccentrico di H o di P e siccome $F\ N$ è mossa in F dalla manovella motrice $O\ L_o = r$, l'eccentrico di N sarà $O\ N_1$ (fig. 10). Variando H nel glifo l'estremo N_1 dell'eccentrico di N si sposta sulla $N_1\ N_2$ parallela ad $O\ P_1$ di direzione fissa finchè tale rimane quella dell'eccentrico $O\ M_1$ di V_1.

Se avessimo scelto $O\ M$ come eccentrico fisso di V_1 o del cassetto allora si sarebbe ottenuto in $O\ P$ l'eccentrico variabile di H o di P (del glifo $F\ N$) mentre gli estremi N delle eccentricità

ideali relative alla piastra si muoverebbero sulla $N N$ parallela in questo caso ad $O M$.

Giova far rilevare che le tre curve $M_1 M M_2$, $N_1 N N_2$ e $P_1 P P_2$ sono simili e le rette $N_1 N_2$, $N N$ passano probabilmente per un punto situato sull'asse $x x$.

Evidentemente il diagramma della distribuzione è simmetrico per due posizioni M_1 ed M_2 simmetriche nel glifo, di cui una servirà per l'avanti e l'altra per il moto inverso.

Dopo quanto si è detto risulta chiaro che con la disposizione adottata « **di variare l'eccentrico che comanda l'estremo V_1 del glifo di Walschaerts (servendosi dei glifi di Pius-Fink, Stephenson oppure Allan e Gooch, che sarebbe possibile) non si complica eccessivamente il meccanismo della distribuzione ed il complesso risulta sempre più semplice del sistema Guinotte** ».

Si ha inoltre il vantaggio (allorchè si impiega il glifo Stephenson) di poter ottenere tutte le anticipazioni volute dalle condizioni di carico della locomotiva, ond'è questa una particolarità saliente che non possiede nessuna delle distribuzioni fin'ora adottate.

Si potrebbe anche analizzare il caso di far variare H ed H_1 (fig. 9) dipendentemente l'uno con l'altro, per manovrar la distribuzione con una sola leva, il che non ci sembra impossibile, ma dato lo scopo che ci siamo prefisso in questa analisi di mettere in rilievo la possibilità di ottenere dei dispositivi cinematici atti a realizzare le condizioni imposte pel comando degli organi distributori delle macchine ad espansione variabile, tralasceremo di farlo, e termineremo considerando che le distribuzioni sopra studiate e completamente originali possono essere applicate in tutte le macchine a velocità moderata (non superiore probabilmente ai 130 giri) non escluse le locomotive, se un ritorno, non impossibile sul passato conducesse ad esperimentarle (1).

(1) Sono state applicate distribuzioni ad espansione variabile in macchine d'estrazione a 130 giri. Vedasi Haeder.

Metodi pratici per determinare l'ingrandimento di un cannocchiale astronomico

Ing. Prof. Francesco Borletti

1.° Indicando con f_1 la distanza focale dell'obbiettivo e con f_2 la distanza focale dell'oculare, l'ingrandimento G è dato dalla nota formola

$$G = \frac{f_1}{f_2}.$$

Se D è il diametro utile dell'obbiettivo e d il diametro dell'anello oculare, l'ingrandimento è anche dato dalla relazione

$$G = \frac{D}{d}.$$

In pratica si usa a preferenza questa relazione per determinare l'ingrandimento, e per conseguenza è necessario di conoscere il diametro utile dell'obbiettivo.

A tale scopo si osservi con una lente d'ingrandimento, posta davanti all'oculare la punta di un ago o di una matita, che si faccia scorrere sull'obbiettivo secondo un diametro. Arriverà un istante, in cui la punta non è più visibile, e, se in tale posizione la punta dell'ago si arresta sull'orlo metallico del cannocchiale, che rinserra l'obbiettivo, vorrà dire, che la lente obbiettiva è tutta utile.

Se invece la punta dell'ago non raggiunge il detto orlo metallico, vi sarà una parte superflua, corrispondente ad un anello circolare, e però il diametro utile dell'obbiettivo si dedurrà misurando l'intero diametro dell'obbiettivo e deducendo da esso il doppio della larghezza dell'anello circolare.

Si raccolga l'anello oculare sopra carta trasparente disposta sull'oculare, e si misuri con diligenza il suo diametro a mezzo di un doppio decimetro diviso in millimetri e mezzi millimetri coll'uso di una lente d'ingrandimento.

Allora il rapporto delle misure ottenute del diametro dell'obbiettivo utile e dell'anello oculare darà l'ingrandimento del cannocchiale.

2.° Adattato il cannocchiale alla vista, si collimi ad un punto lontano. La sua immagine si formerà vicinissima al secondo fuoco dell'obbiettivo, e però la sua distanza focale si avrà misurando con cura la distanza dall'obbiettivo al crocicchio del reticolo, che coincide coll'immagine del punto mirato, quando non vi è errore di parallasse.

Veniamo all'oculare. Esso è un sistema composto, quindi si deve determinare la distanza focale di questo sistema. Si potrebbero determinare le distanze focali della lente collettiva e della lente dell'occhio esponendole ai raggi solari, in modo che i loro assi ottici o principali fossero paralleli ai medesimi, e misurare le distanze dalle lenti ai punti, in cui concorrono i raggi solari. In seguito, determinata la distanza delle due lenti, si calcola la distanza focale φ del sistema mediante la nota relazione

$$\varphi = \frac{\varphi_1 \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2 - \Delta}. \qquad [1]$$

dove φ_1 e φ_2 sono le distanze focali del collettivo e della lente dell'occhio e Δ la loro distanza.

Processo che richiede tempo e diligenza, quindi non è spedito.

I cannocchiali applicati agli strumenti topografici hanno generalmente un oculare positivo di Ramsden od ortoscopico.

L'oculare di Ramsden è rappresentato dalla fig. 1, dove *M* è il

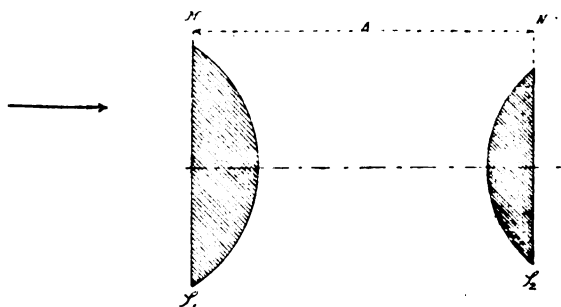



Fig. 1.

collettivo di distanza focale φ_1, *N* la lente dell'occhio di distanza focale φ_2 e Δ la distanza delle due lenti. Si suppone, che la luce arrivi, come indica la freccia.

In pratica l'oculare di Ramsden si costruisce nei due seguenti modi:

1.° $\varphi_2 : \Delta : \varphi_1 = 5 : 4 : 9$
2.° $\varphi_2 : \Delta : \varphi_1 = 3 : 2 : 3$

Segue, che, essendo la distanza focale φ del sistema data dalla formola [1], in entrambi i casi si ha

$$\varphi = \frac{9}{8} \Delta$$

ossia la distanza focale del sistema oculare è $\frac{9}{8}$ della distanza delle due lenti.

Consegue che, misurata direttamente la distanza delle due lenti, la distanza focale del sistema si avrà subito aumentandola di un ottavo.

L'oculare ortoscopico, che usa la Filotecnica di Milano per i

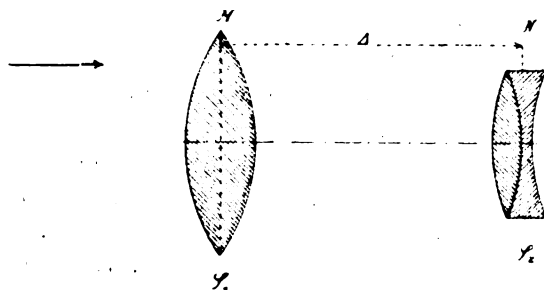



Fig. 2.

tacheometri e cleps, è rappresentata dalla fig. 2, dove M ed N sono rispettivamente la lente collettiva e la seconda lente composta, aventi le distanze focali φ_1 e φ_2, e Δ indica la distanza delle due lenti.

Si ritengono i seguenti rapporti:

$$\varphi_2 : \Delta : \varphi_1 = 3 : 2 : 5.$$

Segue allora, che la distanza focale della lente equivalente al sistema sarà per la formola [1]

$$\varphi = \frac{5}{4} \Delta,$$

ossia la distanza focale del sistema oculare è $\frac{5}{4}$ della distanza delle due lenti M ed N.

Riesce qui pure facile di avere la distanza focale del sistema oculare dalla semplice misura della distanza dal collettivo alla seconda lente composta.

Determinate così nei suddetti modi le distanze focali dell'obbiettivo e dell'oculare si ha immediatamente l'ingrandimento richiesto dal cannocchiale in modo spedito e facile, avente sufficiente approssimazione in pratica.

3.° Si osservi un'asta graduata od una superficie divisa in parti eguali con un occhio armato di cannocchiale e coll'altro nudo, ma equivalente al primo.

Dopo qualche tentativo si riesce a vedere sovrapposte le due immagini, cioè quella vista ad occhio nudo e quella osservata col cannocchiale. Un intervallo visto col cannocchiale comprenda n intervalli visti ad occhio disarmato, il numero n dà la misura dell'ingrandimento del cannocchiale. Però tale ingrandimento è relativo alla distanza dell'oggetto osservato.

Questo processo si usa praticamente per i cannocchiali di Galilei.

La chiesa di S. Lorenzo in Milano

Ing. Ugo Monneret de Villard

(Continuazione e fine, vedi N. 11)

* * *

Il secondo problema archeologico riguardante la plaga di S. Lorenzo, è quello che si riferisce alla chiesa cristiana, problema anch'esso assai oscuro e di difficile soluzione, viste le numerose manomissioni che all'edificio primitivo hanno fatto subire e il tempo e gli uomini. E se la costruzione non presenta in sè evidenti i segni dell'epoca che la vide sorgere, non reca per così dire la sua fede di nascita sulle sue stesse forme, le notizie storiche che ne abbiamo sono poche, incerte e contradditorie. La mancanza d'antichi cronisti milanesi ci lascia in una grande povertà d'indicazioni intorno ai monumenti dell'alto medioevo: la stessa storia ecclesiastica aggrovigliata ed oscura non può esserci se non di povero aiuto. Le notizie dobbiamo attingerle alle più varie fonti non sempre degne d'ogni fède, si che il problema ci appare come uno di quelli di cui la soluzione non sarà mai di lampante evidenza.

Raduniamo qui le poche notizie tramandateci cercando di trarne un filo conduttore.

Dopo l'editto di Milano, sembra che qualche sala della costruzione massimianea sia stata da Ambrogio trasformata in chiesa cristiana: ciò si rileverebbe da un codice del 1560 che parlando degli edifici pagani consacrati al nuovo culto dal grande arcive-

scovo, dice: « *Thermae, seu balneum. nunc Sancti Laurentii. et templum Herculis, nunc Sancti Aquilini* » (1). Gregorio di Tours (2) parla di un fatto miracoloso avvenuto nella chiesa (3).

Poche notizie abbiamo ancora di questi primi tempi. Il Rotta (4) accennando alla vita di S. Dionigi scritta dal Mombrisio (5) parla dei vescovi Eusebio, Lucifero e Fiorenzo rinchiusi nelle terme di Massimiano nell'anno 355 con 147 fedeli: *vincti intra thermas herculianas reclusi sunt;* dal che risulta esistervi una basilica già ai tempi di S. Eusebio vescovo di Milano dall'anno 451 al 453; in quella ebbero sepoltura S Eusebio: e S. Teodoro, Lorenzo I (490-512) ed Eustorgio II furono sepolti nella cappella di S. Ippolito.

In quanto alla venuta in Milano, nell'anno 451, del vescovo di Torino S. Massimo, intervenente ad un concilio provinciale, essa non è possibile, perchè il presule era già morto nell'anno 424, come fa fede il suo sicuro biografo Gennadio (6) e la omelia *Reparatione ecclesiae mediolanensis* (7) risulta spuria (8).

---

(1) Il Kothe, *Die Kirche S. Lorenzo in Mailand*. Berlin, Ernst u. Kora, 1890, pag. 3, nota 3, così la commenta: « Diese Mittheilung ist der im Jahre 1550 verfassten Handschrift des Franciscus Castellus etnommen, welche sich im erzbischöflichen Archive in Mailand befindet; sie ermangelt jedoch der Quellenangabe und ist lediglich als Erfindung zu betrachten. Ebensowenig Glauben verdient die unverbürgte Nachricht von Ripamontius, *Hist. Eccl. Mediol.*, Mailand, 1617, VI, 386, nach welcher Bischof Venerius (399 bis 408) die in der Kirche gelagerten Gothen durch eine Procession vertrieben haben soll. Mehr Anspruch auf Wahrscheinlichkeit hat die Annahme von Oltrocchi, *Eccl. Mediol. Hist.*, Mailand, 1795, Buch I, Kap. III, 4 bis 7, Welcher die Gründung von San Lorenzo dem Bischof Martinianus (423 bis 432) auf Grund eines dunklen Epigramms des Ennodius zuschreibt ». Cfr. S. Ambrogio, ep. XX, 1; Puricelli, *Vitae S. Laurentii Littae*. Milano, 1653, pag. 267.

(2) *De Gloria Martyr.* Cfr. Gratolius, *De praeclaris . . .*, c. X, pag. 67 e *Breviario Ambrosiano* sotto S. Eusebio vescovo nell'anno 451.

(3) Che vi si celebrasse già fino dai tempi di S. Ambrogio è affermato dal Puricelli, *Vita Laur. Littae*.

(4) P. Rotta, *Le sette antiche basiliche stazionali di Milano, S. Lorenzo*. Milano, tip. Riformatorio, 1882.

(5) *Sanctuorium seu vitae sanctorum. Novam hanc editionem curaverunt due monachi Solesmenses*, Parigi, Fontemoing, 1910.

(6) *Hieromini de viris illustribus, accedit Gendadii Catalogus virorum illustrium, ex recens*, G. Herdingii, Lipsia, 1879.

(7) in Migne, LVII.

(8) Savio, *I vescovi d'Italia, Piemonte*, 207.

Due epigrammi di Ennodio (1) si riferiscono a S. Lorenzo: il primo:

> Antistes genio pollens probitate pudore
> Ornavit donum meritis, et lumina vitae
> Ad pretium ingens aperis haec templa locavit
> Lapsa per incertos-non spargit fama-recessus.
> Sed veteris facti vivit lex aucta per aevum.
> Quam dexter capiat Laurenti munere Syxtus.
> Sic manet officinm, quod sanctis contigit olim.
> Obtulit hic templum, veniens quod consecrat ille.

dal titolo *versus in basilioa sancti syxti facti et scripti quam Laurentius episcopus fecit*, ci da la fede di nascita della cappella di S. Sisto; il secondo *Item in alio loco factos in basilica SS. quia arserant aedificia quae prius ibi fuerant et sic facta est;*

> Vilia tecta prius facibus cessere beatis,
> Si splendor per damna venit, si culmina flammis
> Consurgunt abitura deum, si perdita crescunt
> Ignibus innocuis, si dant dispendia cultum.
> Qualis erit reparans crepitantibus usta ruinis?
> Laurenti, tua bella gerens incendia vince.
> Sordida marcenti latuisset terra recessu,
> Si status faciem tenuissent antra vetusti.
> Sed postquam superi flammas misere secundas,
> Ad lumen cineres traxerunt ista colendum.

se può riferirsi a ricostruzioni d'edifici sacri distrutti dagli Unni, ci dice che questi erano primieramente assai poveri e meschini, *vilia tecta;* e fra questi dovrà assai probabilmente comprendersi la primitiva basilica di S. Lorenzo.

Dopo le distruzioni unne e gote abbiamo memoria, sotto l'anno 568, di un restauro delle chiese milanesi per opera di Narsete. *Hoc anno Narses... Mediolanum vel reliquas civitates, quas Gothi destruxerant, laudabiliter reparatas, de ipsa Italia a suprascripto Augusto remotus est.* Così scriveva nella sua cronaca il vescovo Mario d'Avranches (2). La data tramandataci dal

---

(1) *Mon. Germ. Hist. Auct. antiquiss.* T. VII, *Magni Felicis Ennodi opera*, Berlino, 1875, pag. 120.

(2) *Mémoires et documents publiés par la société d'Histoire de la Suisse Romande.* Vol. XIV, pag. 39. Losanna, 1853.

Su Mario d'Avenches (529-594) si veda: MONOD, *Etudes critiques sur les sources de l'histoire mérovingienne. Bibl. de l'Ec. des H. Etudes*, VIII. Parigi, 1872; DE ZURLAUBEN, *Mémoires sur M. d'A.*, in *Mémoires de l'Ac. des I. et B. L.* I serie, t. XXXIV; ARNOLT, *Bischof M. von Aventicum.* Lipsia, 1875; MIGNE, *Patr. lat. cursus*, t. XXII, 793. Il mss. fondamentale della cronaca di Mario è al British Museum N. 16974: la prima edizione fu data da CHIFFLET in DUCHESNE, *Historiae Francorum scriptores.* I, 210.

cronista rappresenta con assai grande probabilità l'anno in cui il S. Lorenzo assunse la forma a rotonda che ha sino ad oggi conservata, l'anno cioè della fondazione della nuova chiesa, pochi anni dopo l'erezione del San Vitale in Ravenna (547), rispetto al quale la chiesa milanese rappresenta un progresso statico ed architettonico. È assai probabile che all'opera del grande generale bizantino, *in recuperandis basilicis satis studiosus* come lo chiama Paolo Warnefried (1) noi dobbiamo la costruzione del monumento, giacchè Procopio non lo cita nel suo scritto sulle costruzioni Giustinianee (a. d. 558-559).

Del meraviglioso edificio parla l'anonimo chierico a cui dobbiamo il *versum* composto ai tempi di Re Liutprando (713-744) e del vescovo Teodoro (725-739):

> **Gloriose sacris micat ornata ecclesiis,**
> **ex quibus alma est Laurentii intus aula variis**
> **lapidibus, auroque tecta, aedita in turribus (2).**

Degli anni di poi ci sono state conservate notizie di poco interesse dal punto di vista della conoscenza architettonica dell'edificio. Nel 777 Totone figlio di Arete *de locus qui vocatur Campilionis finiis seprensis*, mosso dalla celebrità di essa dona dieci annue libre d'olio a perpetuità (3).

Nell'anno 995 è visitata dal duca Burcardo che era, come scrive Liutprando (4), *miro atque praetioso opere edificata.*

Nell'anno 1071 un incendio la rovina come scrive Arnolfo (5): « *Sed quod est omni dampno deterius, plures sanctorum sunt crematae basilicae in urbe et extra. Sanctum ipse Laurentius vivae carnis olium cruciatus incendio, iterum se flammis permisit exuri: cujus speciosissima omnium adeo fuit ecclesia, ut relatu difficile videatur, quae fuerint lignorum lapidumque sculpturae eorumque altrinsecus compaginatae iuncturae, quae*

(1) *Hist. longob*, II, 3, *Monum. Germ. Hist. Script. Rer. Langobard et Ital*, Hannover, 1878, pag. 74.

(2) È la lezione datane dal NOVATI, op. cit., II, pag. 6, diversa da quella del GRATIOL, *de Mediol.*, p. XI, e dal MURATORI, II, 2, 989, e *M. Germ. H. Poetae Lat. Aev. Car.*, I, pag. 25.

(3) MURATORI, *AA. M. Ae.* T. II, 1029.

(4) Lib. III, cap. 4.

(5) ARNULPHI, *Gesta archiepiscoporum Mediolanensium*. III, 24. *Mon. Germ. hist., SS.* t. VIII, 1848, pag. 24-25. Cfr. CALCHI, *Mediolanensis Historiae Patriae.* C. IV, pag. 137.

suis columpnae cum basibus, tribunalia quoque per gyrum, ac desuper tegens universa musyum. O templum, cui nullum in mundo simile! ».

Della catastrofe è rimasto ricordo nei versi che Benzo d'Alba rivolgeva all'imperatore Enrico IV.

> Galla quidem, Romanorum nobilis patricia,
> Condidit Mediolani celsa hedificia,
> Ubi et nostri levitae celebris noticia.
> Numquid est in toto mundo aula tam mirabilis,
> Porphyreticis extructa cum aureis laminis,
> Ut Laurentii levitae et beati martyris?
> . . . .
> . . . .
> . . . .
> In penuriae ruina Laurentius volvitur:
> Sì per te, Cesar Auguste, a presura tollitur,
> Omnis nexus qui te stringit, per levitam solvitur (1).

La notizia di Benzo, attribuente la fondazione a Galla Placidia, contrasterebbe con quella più verisimile dell'Altrocchi che la vuole avvenuta per opera del vescovo Martianus.

Ma non questo è il solo danno che subì l'edificio. Simili disastri registrano ancora i calendari milanesi:

Martii III. Non. MLXX. Ecclesia S. Laurentii combusta est.

Augusti prid. Non. MCXIX, combusta est Ecclesia Sancti Laurentii Majoris ab igne de porta Zobia (2).

E il calendario sitoniano:

Prid. Non. Augusti. Anno Domini MCXXIV combusta est Ecclesia S. Laurentii ab igne de Porta Romana (3).

VI Kal. Novembris Anno Domini MCIII cecidit Ecclesia San Laurentii.

Probabilmente i danni veramente gravi si riducono ai due disastri del 1071 e del 1124: in una o nell'altra di quelle epoche si rifece la cupola appoggiandola sui raccordi a voltini disposti a gradi, al solito modo lombardo, quali ce li descrive il Bassi, raccordi che non è possibile esistessero innanzi l'undicesimo secolo.

La rovina del 1124, confermata dalle cronachette di Daniele e

---

(1) *Mon. Ger. hist. SS.* T. XI, 1854. *Benzonis Episcopi Albensis ad Henricum IV Imperatorem,* lib. VII, pag. 680. Di un incendio del 1084 parla il MORIGGIA, *Della nobiltà milanese,* l. VII, c. 18, ma probabilmente è in errore di data.

(2) GIULINI, ed. 1855, III, 97.

(3) GIULINI, ed. 1855, III, 142.

Filippo da Castel Seprio (1), motiva la ricostruzione della cupola al modo lombardesco, su raccordi a tromba, quale ce la descrivono gli storici posteriori ed il Bassi. Nel 1155 la chiesa fu chiusa entro il recinto delle mura che in quell'anno si costrussero a difesa della città (2).

Per i secoli successivi le notizie intorno alla chiesa sono povere ed inconcludenti, sino alla rovina del 1573, che in ventidue ore fece del meraviglioso edificio un cumolo di rovine (3). Alla ricostruzione fu chiamato l'architetto favorito da S. Carlo, Martino Bassi, che cominciò il lavoro nell'anno 1574, lo condusse innanzi fra critiche, discussioni ed ostilità, salvo la breve interruzione dal 1588 al 1599, sino al giorno della sua morte, avvenuta nell'anno 1591. Il Bassi ci ha lasciata una preziosa relazione del suo lavoro, che contiene per noi dei dati e degli indizi di gran valore per lo studio dell'edificio quale esso si presentava innanzi alla rovina (4).

Nel suo discorso al capitolo della fabbrica di S. Lorenzo il Bassi dice: « che il tempio vecchio di S. Lorenzo, che rovinò era dell'istessa forma, che si va rifacendo, era sopra gli stessi fondamenti, i quali non si sono alterati: aveva gli otto pilastri senza aggiunta di lesene, o risalti, e fatti parte di ceppo e parte di cotto, gli arconi e le vôlte de' quattro semicircoli fatti unitamente, e delle stesse materie, la cupola di pietre cotte sostenuta dagli accennati quattro arconi, e negli angoli da molti archetti l'uno sopra l'altro, che sporgevano in aria l'uno più dell'altro, nel modo che si reggono ancora quelli della chiesa di S. Ambrogio: e che con tutto ciò non cadde (come forse alcuni s'immaginano) ne per debolezza de' suddetti archetti in aria, nè per debolezza degli otto pilastri, nè per debolezza degli arconi grandi; ma solo rovinò (come per relazione d'Ingegneri periti di questa città, che ancora vivono e come dall'eletto fu addottata la causa da giudiziosi), perchè le vôlte dei semicircoli furono fabbricati unitamente, e conteste assieme con i quattro arconi, al sostentamento delle quali vi erano le colonnette delle loggie superiori: ed avendo il tempo corroso, e consumato i capitelli delle colonnette della loggia sopra

---

(1) GIULINI, III, fac. 143.

(2) *Ant. long.. mil.* T. II, fac. 7 e 10.

(3) G. B. VILLA, *Le sette chiese stazionali di Milano*, 1627, pag. 80.

(4) *Discorso al capitolo di S. Lorenzo. Dispareri in materia d'architettura di M. Bassi, pubblicati da Francesco Bernardino Ferrari*, Milano, 1771.

la porta, i quali, per non esservisi provveduto, come fu avvertito, finalmente cadendo tirarono appresso e la vôlta, e l'arcone come cose unite, e la cupola che vi appoggiava sopra: la quale lasciò

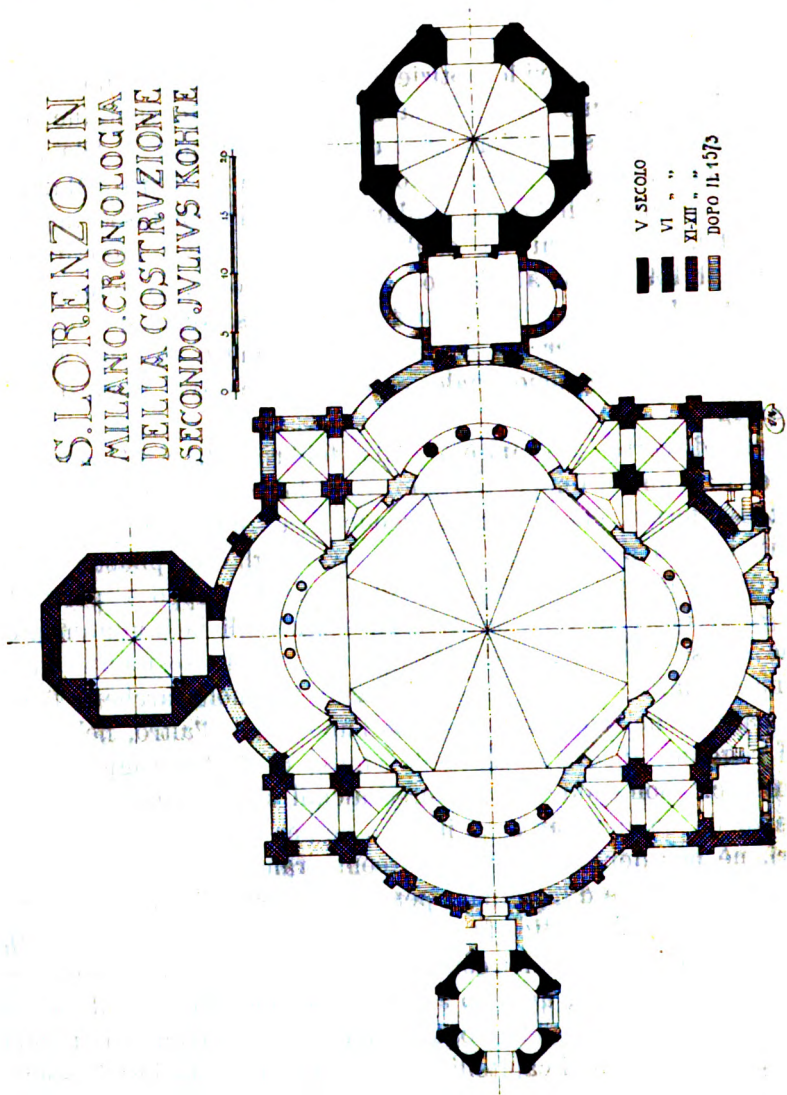
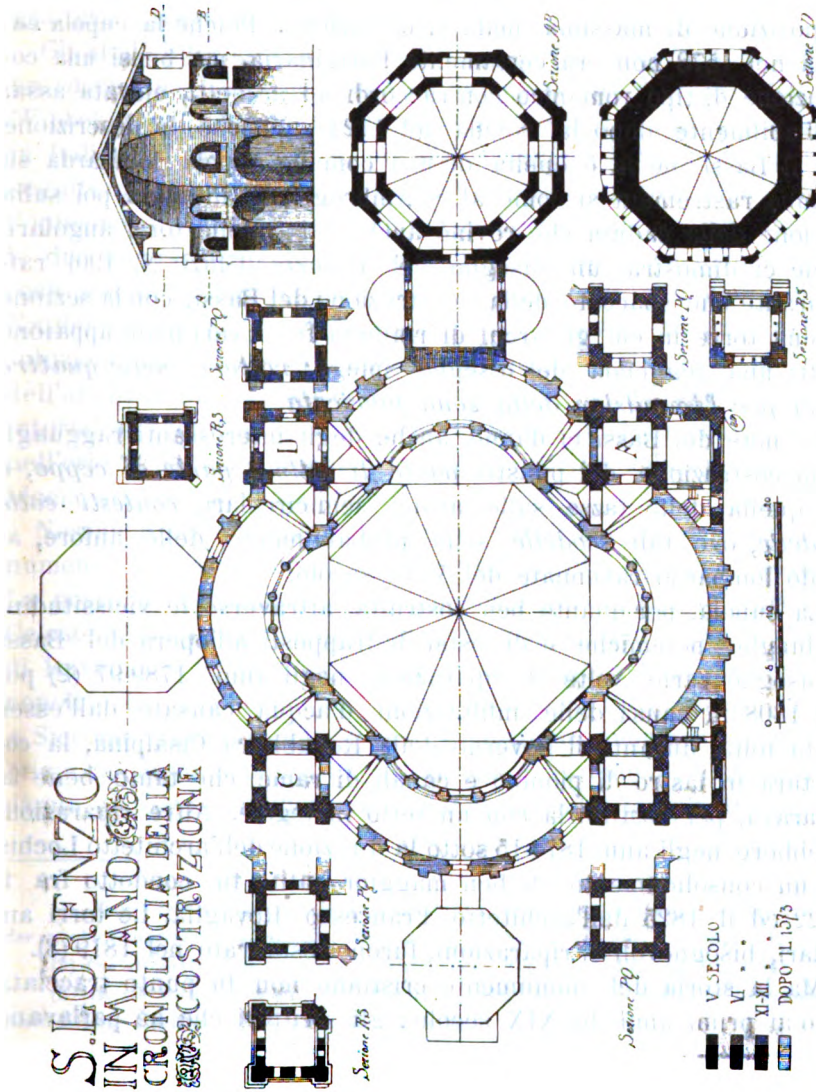



Fig. 4.

però in piedi tutt'i pilastri, parte delle due vôlte laterali, e tutta la vôlta ed arcone del semicircolo sopra l'altare, le quali tutti si sono disfatti a forza di scarpelli dopo l'essersi lasciato in piedi molto tempo dopo la suddetta rovina ».

Il parere degli ingegneri Ambrogio Alziati e Vincenzo Seregni sopra la fabbrica di S. Lorenzo (1), ci dà un altro particolare tecnico della costruzione delle vôlte antiche, giacchè dice:

Fig. 5.

« . . . gli otto pilastri, che prima eran parte di cotto, e parte di ceppi, ... e gli arconi de' semicircoli, che prima eran di cotto e contesti colle scodelle . . . ».

---

(1) Id., pag. 107.

Più oltre (1) risultò che lo spessore dell'arcone rovinato era di once 33.

Queste indicazioni del Bassi ci insegnano varie cose: dapprima che il tipo generale dell'edifizio medioevale si è conservato, come disposizione di massima, nella ricostruzione. Poichè la cupola caduta nel 1573 non era certamente l'originaria, ma bensì una costruzione di tipo romanico con raccordi ad archetti, elevata assai probabilmente dopo la rovina del 1124: giacchè la descrizione che il Bassi ne fa è quella di una comune cupola lombarda su trombe rastremantesi come al S. Ambrogio. Ci illumina poi sulla ragione della caduta che rovinò anche parte delle torri angolari, come ci dimostra un disegno del Peruzzi (Uffizi N. 190) raffigurante uno spaccato della ricostruzione del Bassi, con la sezione di una torre in cui gli archi di rinforzo fra i vari piani appaiono rotti: una leggenda del disegno spiega: *rotture nelle quattro torri per l'impulsion della zona fabricata.*

Le note del Bassi ci dànno anche degli interessanti ragguagli sulla costruzione dei pilastri *parte di cotto e parte di ceppo*, e su quella delle tazze sulle absidi semicircolari, *contesti colle scodelle*, ove tali *scodelle* sono probabilmente delle anfore, al modo lombardo-ravennate del V-VI secolo.

La cupola, per quanto ben costruita attraverso le vicissitudini di lunghe polemiche e di ostacoli frapposti all'opera del Bassi abbisognò varie volte di riparazioni, negli anni 1789-97 (2) poi nel 1808 in causa delle infiltrazioni d'acqua causate dall'esser stata tolta, durante il governo della Repubblica Cisalpina, la copertura in lastre di piombo e canali di rame che tanto bene la riparava, per sostituirla con un tetto in tegole. Altre riparazioni si ebbero negli anni 1814-15 sotto la direzione dell'architetto Lochis ed un consolidamento di ben maggior entità fu condotto fra il 1822 ed il 1825 dall'architetto Francesco Rovaglia. Le torri angolari, bisognevoli di riparazioni, furono restaurate nel 1819 (3).

Ma la storia del monumento cristiano non fu punto tracciata sino ai primi anni del XIX secolo: gli scrittori che ne parlavano

---

(1) Id., pag. 108.

(2) Vedi documenti dell'Arch. di Stato di Milano. Culto, parte antica, 1088. Il medesimo errore, con le medesime conseguenze, era già stato compiuto nel 1255 dal soprastante Guglielmo da Farrabò, secondo un doc. dell'Arch. di Stato. *Arch. Diplom.*, perg. S. Lorenzo, fasc. 114. Cfr. Biscaro in *Archivio storico lombardo*, 1905, pag. 49.

(3) Documenti all'Arch. di Stato di Milano. Culto. S. Lorenzo. Locali, 1556.

s'accontentavano di ripetere le poche incerte notizie antiche e per lo più si diffondevano nel racconto della ricostruzione secentesca, narrandola partitamente, senza preoccuparsi di raccogliere indizi o tramandare memorie intorno al ben più importante edifizio che l'aveva preceduta.

Gli studi intorno alla chiesa di S. Lorenzo propriamente detta, prendono una base seria con la pubblicazione di Friederich von Wiebeking (1), che indica il monumento come « eine der ältesten in Italien im neugriechischen stil erbauten kirchen », opinione seguita poi dal von Quast (2). Il Mertens s'inchina invece verso l'opinione di una sala termale utilizzata quale tempio cristiano (3): le due diverse opinioni accesero in Germania una disputa vigorosa stando Heinrich Hübsch (4) a partigiano dell'una e Franz Kugler (5) dell'altra; disputa che non poteva condurre ad una soluzione data la poca conoscenza che in quel tempo si aveva dell'architettura paleocristiana d'Oriente e l'ignoranza completa intorno ai prototipi veri delle varie forme d'edifizi religiosi sorti nell'orbe cristiano innanzi al secolo VIII. La soluzione del problema era allora impossibile.

Nessun nuovo elemento di studio portarono gli accenni al monumento lombardo scritto dal Burckhardt (6) o dal Fergusson (7). La posizione scientifica del problema comincia con lo scritto di Celeste Clericetti (8). Confronta egli il S. Lorenzo con S. Vitale di Ravenna e S. Sofia ed il tempio di Sergio e Bacco a Costantinopoli e trova il concetto statico simile in tutti questi edifizi. « Siccome sappiamo che il vescovo Eusebio, morto nel 466, fu il primo ad esser sepolto in S. Lorenzo e la lode dei cronisti gli dànno di assiduo edificatore e restauratore di templi (9), sembra

---

(1) *Theoretisch-praktische bürgerliche Baukunde durch Geschichte und Beschreibung der merkwürdigsten Baudenkmale*. Monaco, 4.°, 1821-1824, vol. II, pag. 192.

(2) *Die altchristlichen Bauwerke von Ravenna*. Berlino, 1842, pag. 33 e tav. VIII.

(3) In *Gerhards Archäol. Zeit.* Berlino, 1846, pag. 389 e in *Die Baukunst des Mittelalters*. Berlino, 1850, pag. 62, 63 e 94.

(4) In *Deutsches Kunstblatt von Fr. Eggers*. Berlino, 1854, pag. 415 e seg., e in *Die altchristlichen Kirchen*. Karlsruhe, 1862, id. ediz. franc., Parigi, 1866.

(5) *Deutsches Kunstblatt*. Berlino, 1854, pag. 442 e seg., e 1855, pag. 228 e seg.

(6) *Geschichte der Renaissance in Italien*. Stuttgard, 1878, pag. 98, e nelle varie edizioni dei Cicerone.

(7) *Illustrated Handbook of architecture*. Londra, 1855, vol. II, pag. 513.

(8) Op. cit., pag. 148-152.

(9) VAGLIANO, *Le vite dei vescovi milanesi*.

ragionevole l'attribuirgliene la fondazione. Il Puricelli (1) attribuisce al vescovo S. Lorenzo morto nel 513, oltre la edificazione dell'attiguo tempietto di S. Sisto, anche la consacrazione di questo, ch'era dunque giunto a compimento ». Le medesime conclusioni accetta poi il De Dartein nel suo studio sulle origini dell'architettura lombarda. L'attribuzione al VI secolo e la discussione sulla trasformazione della sala termale romana troverà posto, senza risolversi, nell'opera di tutti gli studiosi dell'edificio che si sono un po' seriamente occupati della sua analisi (2).

La discussione resta ancora sull'origine del tipo planimetrico, stando a fronte le due diverse teorie, la derivazione diretta da Roma sostenuta principalmente dal Rivoira, e la derivazione orientale, dai monumenti di Siria od Asia Minore, che ha per maggior campione lo Strzygowski (3).

Tale è lo stato attuale delle conoscenze nostre intorno al monumento, che solo una più minuta analisi, scavi ricerche ed in-

---

(1) *Vita di S. Lorenzo.*

(2) Ne indichiamo i principali:

ARCHINTI L., *L'arte attraverso i secoli.* Milano, Treves, 1891.

CATTANEO R., *L'architettura in Italia dal secolo VI al mille circa.* Venezia, 1888.

CLOQUET L., *L'art chrétien monumentale*, in *Revue de l'art chrétien*, 1907, fasc. II.

DEHIO e BEZOLD, *Die Kirchliche Baukunst des Abendlandes.* Stuttgard, 1884, pag. 49 e seg.

ESSENWEIN A. (von), *Die ausgänge der Klassischen Baukunst und ihre Fortsetzung im ost-römichen Reiche*, Darmstad, 1886.

KOTHE JULIUS, *Die Kirche S. Lorenzo in Mailand*, Berlin, 1890.

MILLET G., *L'art byzantin*, in MICHEL, *Hist. de l'Art.* Tomo I, parte I, Parigi, 1905.

MONGERI G., *L'arte in Milano.* Milano, 1872.

MOTHES, *Die Baukunst des Mittelalters in Italien.* Jena, 1884, pag. 141 e seg.

RIVOIRA G. T., *Le origini dell'arch. lombarda.* Roma, Loescher & C., 1901, vol. I e 2.ª ed., Milano, Hoepli, 1908.

ROMUSSI C., *Milano nei suoi monumenti.* Milano, Brigola, 1875.

ROTTA P., *S. Lorenzo quarta basilica.* Milano, 1882.

STRACK H., *Central und Kuppelkirchen der Renaissance in Italien.* Berlino, 1882.

VENTURI A., *Storia dell'arte italiana.* Vol. III, Milano, 1903.

VERGA, NEBBIA e MARZORATI, *Milano nella storia, nella vita contemporanea e nei monumenti*, Milano, 1906.

(3) Principalmente in *Kleinasien, ein neuland der Kunstgeschichte.* Lipsia Hinrich, 1903, pass. e sopratutto 211 e seg.

dagini, potranno meglio definire, senza però, credo, mutare nelle sue linee di massima (1).

Le quali possono così schematicamente riassumersi:

1.° *Periodo pre-massimianeo.* Edifizio di destinazione sconosciuta di cui i materiali lapidei furono impiegati nella costruzione delle sottostrutture dell'edificio del secondo periodo.

2.° *Periodo massimianeo.* Costruzione del colonnato oggi esistente, usando nelle sue fondazioni materiali derivati dall'edificio del 1.° periodo, ed appartenente a monumento di destinazione discussa (terme, tempio o palazzo imperiale).

3.° *Periodo paleo-cristiano:*

a) IV secolo: l'edificio romano viene in parte utilizzato quale chiesa cristiana;

b) V secolo: costruzione delle cappelle di S. Aquilino e di S. Sisto;

c) VI secolo: costruzione della chiesa di S. Lorenzo in forma di edificio a piano centrale;

d) epoca incerta: costruzione della cappella di S. Ippolito.

4.° *Periodo lombardo:*

a) XI-XII secolo: gli incendi del 1071-1124 che guastano la cupola di S. Lorenzo ne necessitano la ricostruzione al modo di tiburio lombardo. Contemporaneamente si trasforma la parte alta delle torri, quella della cappella di S. Aquilino e vi si aggiunge la loggetta aperta;

b) XII-XIV secolo: costruzione di varie cappelle intorno alla chiesa.

5.° *Periodo del Rinascimento e Moderno.* La rovina del 1573 necessità la ricostruzione della chiesa. Costruzione della Canonica.

A delucidare i punti oscuri e le peripezie del monumento narrate soltanto in base alle memorie storiche, servirà molto l'analisi archeologica del monumento: ed è questo il compito che ci proponiamo per un prossimo studio.

---

(1) La bibliografia del S. Lorenzo, che abbiamo cercato di dare per quanto completa ci è stato possibile, si trova già abbozzata in NOVATI F., op. cit.; ARPOCRATE, *Le colonne di S. Lorenzo.* Milano, Figli della Provvidenza, 1908; G. MORETTI, *La conservazione dei monumenti della Lombardia.* Milano (Allegretti), 1908, pag. 69-70.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il problema delle ruote o sospensioni elastiche nei veicoli automobili per servizi di trasporto.

L'elasticità della sospensione in un veicolo in genere, è il fattore più potente della durata del veicolo stesso, e l'importanza dell'influenza che essa esercita, aumenta col crescere della velocità di marcia del veicolo stesso. Qualunque sia il mezzo elastico che si prescelga per attutire gli urti, quando esso sia costituito da materia rigida, per quanto flessibile questa sia, le vibrazioni non vengono da essa completamente assorbite e quando pure gli urti violenti non siano trasmessi alle parti così protette, queste vibrazioni finiscono a produrre una sensazione sgradevole alle persone, se trattasi di trasporto di viaggiatori, nonchè una alterazione nella struttura molecolare dei pezzi metallici più esposti all'azione delle vibrazioni stesse. Le frequenti rotture delle sale delle ruote, che avvengono col tempo, nell'uso dei veicoli, sono la prova evidente del fatto. Non poco danno deriva da ciò alle parti più delicate del veicolo, quindi al macchinario se trattasi di automobili.

I pneumatici per le vetture da tourismo e per quelle di città, sono riconosciuti finora come il migliore dei mezzi per eliminare le vibrazioni rigide che, malgrado ogni migliore sistema di molle, vengono trasmesse al veicolo, e nel tempo stesso essi concorrono ad attutire anche gli urti, e le frequenti rotture delle sale; ma, sebbene si sia perfezionato in modo straordinario la costruzione dei pneumatici, poche sono le applicazioni di questi a veicoli pesanti. Solamente omnibus di limitata capacità e peso vengono sinora muniti di pneumatici alle ruote anteriori; le ruote posteriori sono sempre munite di cerchioni di gomma piena, vuoi sem-

plici vuoi doppi, ovvero di cerchioni di ferro a scanalature, per veicoli che procedono a velocità ridottissima.

I cerchioni di gomma, pneumatici o pieni, costituivano già da tempo un rilevantissimo onere nei trasporti con automobili. Da un minimo di 14-15 cent. per ogni vettura km. percorso, esso saliva talora a 50 cent. Purtroppo però, questo onere andò ancora aggravandosi negli ultimi anni per l'enorme rincaro della gomma, dovuto all'ognora crescente consumo, nonchè ai trust che si sono formati. L'aumento di prezzo fece salire l'onere a tale elevatezza, che la spesa delle gomme sorpassa di molto quella del combustibile.

L'Associazione dei trasporti automeccanici non poteva non interessarsi del problema, e già da qualche anno lo pose sui tappeto; ma la possibilità intravista, che il Ministero italiano della Guerra prendesse egli stesso l'iniziativa di un concorso, mantenne per parecchio tempo l'Associazione in attesa degli eventi.

A conforme domanda, il Ministero si mostrò invece propenso ad appoggiare un concorso che fosse stato indetto dall'Associazione, e l'appoggiò infatti anche finanziariamente.

Il problema venne quindi rimesso sul tappeto, reso nel frattempo più importante stante ii sempre crescente prezzo della gomma elastica.

Analizzato sotto i suoi diversi aspetti il quesito, esso si palesò suscettibile di varie soluzioni sostanzialmente diverse e ciò pur restringendo le medesime ai veicoli pesanti, cioè a quelli per servizi pubblici di trasporto di viaggiatori o di merci, ai servizi logistici militari ed ai servizi postali urbani.

Infatti per camions di trasporto di mercanzie sopra strade macadamizzate chè si effettui a velocità limitata, e per trasporti militari che non rappresentino un servizio continuo e duraturo, il rumore prodotto dai cerchioni di ferro in contatto col suolo, non è un inconveniente sì grave da far bandire senz'altro ruote così fatte; si deve quindi ritenere che una soluzione qualsiasi di speciale sospensione elastica, la quale renda il motore esente dalle vibrazioni rigide prodotte dal contatto dei cerchioni di ferro col suolo, possa in questo caso bastare, e la semplicità del mezzo così escogitato possa riuscire preferibile a qualsiasi più ingegnoso sistema di ruota elastica.

Per veicoli invece, destinati a correre con velocità maggiore o che debbono circolare sopra strade pavimentate di pietra, al cerchione metallico formante corpo unico con la ruota e producente

frastuono nella circolazione, dovrebbe, per evidenti ragioni di maggiore opportunità, essere applicata altra ruota, la quale, eliminando la gomma o riducendone l'applicazione (così da poter usufruire delle sue preziose qualità senza però esporne la superficie allo sfregamento sul suolo), potrà costituire una soluzione preferibile del problema, anche allorquando il costo iniziale o la spesa di manutenzione, sia più elevata di quella corrispondente al caso precedente.

E da ultimo, dopo i tentativi fatti e non abbastanza riusciti, nè però totalmente abortiti, di un surrogato alla gomma, sembrò che anche questo mezzo potesse essere additato allo studio; ed una soluzione, che venisse data sotto questo ultimo punto di vista, potrebbe poi tornare proficua anche pei veicoli più leggieri e celeri.

Per queste considerazioni furono assegnati premi separatamente alle tre diverse soluzioni, le quali devono ispirarsi a criteri sostanzialmente differenti non solo, ma soddisfare anche a casi e requisiti diversi, sicchè non possono essere paragonabili fra loro nell'aggiudicazione dei premi stessi.

Le tre categorie furono quindi stabilite come segue:

1.° Sistema di ruota o anello che elimini o riduca l'impiego e consumo della gomma;

2.° Sistema di speciale sospensione elastica che permetta l'uso di ruote con cerchione interamente metallico;

3.° Succedaneo economico della gomma vulcanizzata.

Stante il buon esito conseguito da un concorso indetto per l'agganciamento automatico di vagoni ferroviari, si credette bene di adottare, anche per questo concorso, modalità analoghe. Non si prescrisse quindi la presentazione di modelli in condizioni da poter essere senz'altro provati, perchè questa, esigendo non indifferenti spese, avrebbe senz'altro preclusa la via a molti concorrenti.

Ciò non vuol dire però, che di modelli al vero non ne abbiano ad essere presentati, e men che meno sono esclusi i modelli in scala più piccola. Anzi essi sono assolutamente raccomandabili, perchè rendono meglio l'idea del funzionamento del sistema ideato.

E così pure, se non sono prescritti cerchioni completi di surrogati della gomma elastica, sono però indispensabili i campioni di essa per il giudizio sulle proprietà necessarie per l'uso cui è destinata.

Quanto poi alle prove dei vari sistemi è evidente che le mede-

sime riescano di più facile attuazione per l'Associazione promotrice del concorso, che non per i singoli aspiranti, tanto più che i sistemi che l'Associazione metterebbe in prova, non rappresenterebbero già la speranza e le idee, più o meno logiche, dell'inventore, ma il frutto del ponderato giudizio d'una giuria competente, dopo l'esame di numerosi progetti.

Si comprende che, con tali agevolezze concesse ai concorrenti, verranno naturalmente ad essere presentati molti progetti non attuabili praticamente e si verrà ad accumulare ed addossare un lavoro improbo alla Giuria. Siccome ciò potrebbe tornare anche a pregiudizio della diligenza e ponderazione nell'esame dei progetti più seri, potendo questi andare confusi con altri meno meritevoli, specialmente se redatti in modo sommario e poco comprensibile, perciò ad ovviare, per quanto è possibile, a tale inconveniente, si pensò di stabilire nelle disposizioni regolamentari una prima cernita, la quale, eliminando quei progetti che evidentemente non possono soddisfare, riduca l'esame concreto della Giuria a n. 50 progetti per cadauno dei sistemi formanti oggetto di premio.

Sempre seguendo le traccie lasciate dal concorso dell'agganciamento automatico, l'Associazione si è riservata di fare un'esposizione di modelli e disegni pei quali i concorrenti abbiano dato il consenso.

La legge del 16 luglio 1905 permette di ottenere gratuitamente un decreto di protezione dei diritti di privativa industriale, pel caso di pubblica esposizione, e con ciò nessun danno ne può derivare ai concorrenti, mentre d'altra parte, l'esposizione può giovare allo studio della questione, al perfezionamento delle soluzioni escogitate, ed infine a rendere notorio ciò che in altro modo richiede tempo e spese per farsi conoscere.

L'esposizione però non costituirebbe una imposizione pei concorrenti che non intendessero produrre i propri progetti, e perciò essi non avranno che a dichiarare di non aderirvi.

Se pertanto il numero dei progetti, pei quali gli autori si dichiarino assenzienti all'esposizione, sarà abbastanza rilevante da poterne attuare l'idea, certo essa riuscirà profittevole allo scopo del concorso.

Questo concorso, così come venne posto e formulato, ha presto incontrato le simpatie del Governo italiano, e non solo il Ministro della Guerra, ma anche quelli delle Poste e Telegrafi, dei Lavori Pubblici e dell'Industria e Commercio, concorsero con somme a

seconda del loro diverso interesse, per il fondo pei premi. In seguito a ciò ed all'accettazione di tutti i Capi di gabinetto interessati, di molte notabilità italiane ed estere, il comitato non esitò a domandare l'alto patronato di S. M. il Re d'Italia, il quale l'accettò rispondendo con parole assai lusinghiere.

Il problema non presenta solo per l'Italia un interesse grandissimo, ma lo presenta per tutte le nazioni, poichè i trasporti pubblici e privati con vetture o camions automobili, i trasporti da guerra, i servizi postali dànno valore ovunque al quesito.

La partecipazione al concorso e l'appoggio non potranno mancare anche dall'estero e non solo dalle autorità, ma da parte di altri enti e da case costruttrici, perchè una soluzione del quesito equivale a dare uno sviluppo importante all'industria dei trasporti con automobili e quindi alla costruzione di essi.

Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche

Torino, 10-17 Settembre 1911.

L'accoglienza simpatica ed il valido appoggio, che l'iniziativa della Associazione Elettrotecnica Italiana e del Comitato Elettrotecnico Italiano hanno incontrato in Italia e presso le Nazioni Straniere, danno oramai sicuro affidamento che il Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche, convocato a Torino per il prossimo mese di settembre, assumerà quella importanza e potrà dare quei risultati, che i promotori di esso si proponevano di conseguire.

In verità non solo è stato possibile assicurare al Congresso la partecipazione di molti fra i più illustri Elettricisti stranieri, in qualità di Relatori Ufficiali sopra i Temi stabiliti dal Comitato: ma già fin d'ora è stato annunciato un buon numero di Comunicazioni originali, per cui sarà singolarmente accresciuta la mole dei lavori, e il frutto che la riunione potrà avere, per il progresso della elettrotecnica applicata.

A questo scopo il Comitato ordinatore rivolge ancora una viva preghiera a quanti in Italia e all'Estero si interessano delle discipline e industrie elettriche, affinchè, non solamente vogliamo inviare al più presto la loro adesione al Congresso, ma partecipandovi di persona, vogliamo apportarvi il contributo prezioso dei loro studi e della loro esperienza,

E poichè il Comitato Ordinatore ha creduto suo dovere di attribuire agli stranieri la più larga partecipazione nei rapporti sopra i temi ufficiali, esso rivolge ai Colleghi Italiani particolarmente l'invito di volere dal canto loro contribuire una messe abbondante di lavori originali, comunicandone immediatamente il titolo per la formazione del programma definitivo.

La Presidenza del Comitato poi è in debito di un caldo ringraziamento

verso tutti i Membri di esso, nonchè verso quelli della Commissione esecutiva, e segnatamente verso i Presidenti dei Comitati elettrotecnici stranieri, e i Presidenti delle altre Associazioni elettrotecniche, i quali hanno partecipato col più nobile entusiasmo al lavoro di organizzazione da essa iniziato.

I Segretari
C. A. Curti - G. Semenza

Il Presidente
L. Lombardi.

Lista dei Temi e dei Relatori.

1. Caratteristiche elettriche e meccaniche dei generatori elettrici moderni, avuto speciale riguardo a quelli ad altissima velocità (signor dott. Behn-Eschenburg, Oerlikon, Svizzera).

2. Lo stato attuale della tecnica dell'accumulatore elettrico, sia stazionario che destinato alla propulsione dei veicoli (sig. dott. Beckmann, Berlino, Germania).

3. Della marcia simultanea di parecchie centrali, alimentanti uno stesso gruppo di reti.

4. La scelta della tensione e la costruzione dei quadri e delle sottostazioni nei grandi impianti elettrici, di fronte all'economia d'impianto da una parte ed alla continuità del servizio dell'altra (sig. Philip Torchio, New York, U. S. A).

5. Le reti sotterranee ad alta tensione, metallicamente collegate con linee aeree (sig. J. Grosselin, Parigi, Francia).

6. Stato attuale dello studio intorno alle sovratensioni, e metodi di prevenzione e di protezione relativi (sig. G. Faccioli, Pittsfield Mass, U. S. A.).

7. La costruzione e gl'impiego degli interrutori automatici (sig. E. Ragonot, Asnières (Seine), Francia).

8. Il problema del raffreddamento nei trasformatori di media grandezza.

9. Convertitori, raddrizzatori e motori generatori (sig. prof. Sylvanus P. Thompson, Londra, Inghilterra).

10. Il problema della trasformazione della frequenza (sig. P. Bunet, Parigi, Francia).

11. Il motore trifase a velocità variabile, avuto speciale riguardo alla condotta dei laminatoi e delle macchine a carta (sig. Ing. C. Sarli, Berlino, Germania).

12. L'influenza tecnica ed economica delle lampade a filamento metallico e delle lampade ad arco a carboni metallizzati, sull'industria della illuminazione (sig. prof. D. Wedding, Gross Lichterfelde (Ost) Germania).

13. La trazione monofase e la trazione trifase sulle linee di grande traffico.

14. La trazione monofase e la trazione a corrente continua ad alto potenziale sulle linee interurbane (sig. F. J. Sprague, New York, U. S. A.).

15. La linea di contatto nelle ferrovie elettriche (sig. Gustave L'Hoest, Ixelles, Belgio).

16. La produzione diretta dell'acciaio dal minerale a mezzo dei forni elettrici (sig. ing. Remo Catani, Roma, Italia).

17. La sterilizzazione dell'acqua coi processi che impiegano la elettricità (sig. dott. Erlwein, Nonnendammb, Berlin, Germania).

18. Il contatore elettrico, avuto riguardo alla natura del carico ed ai vari regimi di questo (sig. dott. H. C. Sharp, New York, U. S. A. - sig. A. Durand, Parigi, Francia).

19. La bollatura dei contatori (sig. dott. A. Denzler, Zurigo, Svizzera).

20. Metodi razionali per la misura commerciale della energia elettrica (sig. ing. G. G. Ponti, Torino, Italia).

21. Il problema del riempimento dei diagrammi di carico delle centrali elettriche (sig. ing. prof. G. Sartori, Trieste, Austria).

22. Le applicazioni dell'elettricità nei battelli subacquei (sig. ing. Agostino Bezzi, Spezia, Italia).

23. Telefonia ordinaria a grande distanza (sig. F. B. Jewett, New York, U. S. A.).

24. Telefonia senza fili (sig. dott. Valdemar Poulsen, Copenaghen, Danimarca).

25. I sistemi telefonici automatici e semi-automatici di fronte all'economia ed al perfezionamento delle comunicazioni telefoniche delle grandi città (sig. H. Milon, Parigi, Francia).

26. La ricerca della segretezza nelle comunicazioni radiotelegrafiche (sig. prof. P. O. Pedersen, Copenaghen, Danimarca).

27. Lo sviluppo attuale e futuro del riscaldamento elettrico (sig. C. A. Rossender, Stoccolma, Svezia).

28. Studio comparativo della tassazione elettrica diretta ed indiretta nei vari paesi (sig. ing. Mario Bonghi, Napoli, Italia — sig. dott. E. Frey, Rheinfelden, Svizzera).

29. La legislazione sulla trasmissione elettrica dell'energia (sig. E. C. Ericson, Stoccolma, Svezia — sig. dott. H. Schreiber, Vienna, Austria).

30. La distribuzione dell'energia elettrica a servizio dei lavori agricoli (sig. Leclerc, Chatellerault (Cher), Francia).

31. I vari sistemi di telegrafia multipla (sig. Major W. A. J. O' Meara, Londra, Inghilterra).

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, Gerente.

NUOVE DISPOSIZIONI CINEMATICHE AD INVERSIONE DI MARCIA

PER MACCHINE A DOPPIO DISTRIBUTORE

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 14 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 31 Luglio 1911

IL POLITECNICO

GIORNALE dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8º di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Di alcuni diagrammi dipendenti da una retta di cui si cerca la posizione

Ing. Erberto Fairman

(Con una tavola)

1. — (Fig. 1). — Data una curva $A\,B\,C\,D\,E\,F\,G\,H$, compresa fra le rette parallele $A\,y_1$ e $H\,y_2$, trovare la posizione di una retta in modo che, condotta da un punto O posto sul prolungamento della corda $A\,H$, la somma delle aree

$$([A\,B\,C\,I] + [C\,D\,E\,F\,G\,C_4] + [C_4\,H\,M])$$

resulti minima.

Supponendo che la secante cercata sia la retta $O\,I$, si conduca da O un'altra secante $O\,N\,G\,D\,L$ che faccia con la $O\,I$ l'angolo $\bar{\omega}$.

La somma algebrica delle aree

$$([C\,D\,L\,I] - [C\,D\,G\,C_4] + [C_4\,G\,N\,M])$$

è l'incremento che viene a subire la minima somma, che si suppone determinata dalla $O\,I$, quando si consideri invece la $O\,L$.

Esprimendo le aree dei triangoli rettilinei e mistilinei $O\,I\,L$, $O\,C\,D$, $O\,G\,C_4$ e $O\,M\,N$ per mezzo dei settori circolari corrispondenti all'angolo $\bar{\omega}$ e rispettivamente di raggio $\overline{O\,I}$, $\overline{O\,C}$, $\overline{O\,C_4}$ e $\overline{O\,M}$ e per mezzo degli altri triangoli mistilinei che resultano, potremo porre

$$[C\,D\,L\,I] = \bar{\omega}\,[\overline{O\,I}^2 - \overline{O\,C}^2] + \sigma_1$$
$$[C\,D\,G\,C_4] = \bar{\omega}\,[\overline{O\,C}^2 - \overline{O\,C}^2_4] + \sigma_2$$
$$[C_4\,G\,N\,M] = \bar{\omega}\,[\overline{O\,C}^2_4 - \overline{O\,M}^2] + \sigma_3$$

dove σ_1, σ_2, σ_3 sono infinitesimi di ordine superiore a quello di ω, quando questo diventa infinitesimo.

Perciò avremo

$$([C\,D\,L\,I] - [C\,D\,G\,C_4] + [C\,G\,N\,M]) =$$
$$= \bar{\omega}\,[\overline{O\,I}^2 - \overline{O\,M}^2 - 2\,(\overline{O\,C}^2 - \overline{O\,C}^2_4)] + \sigma$$

dove σ è un infinitesimo d'ordine superiore a quello di $\bar{\omega}$.

Onde avere un minimo nella somma delle aree determinate dalla retta $O\,I$ il limite dell'incremento dell'area deve essere zero; perciò deve essere soddisfatta la condizione

$$\overline{O\,I}^2 - \overline{O\,M}^2 - 2\,(\overline{O\,C}^2 - \overline{O\,C}^2_4) = 0.$$

Ma se per C e C_4 conduciamo le rette $O\,P$ e $C_4\,Q$ parallele alle $A\,y_1$ e $H\,y_2$, e se consideriamo i triangoli simili che così si ottengono, avremo ancora quest'altra equazione di condizione:

$$\overline{O\,A}^2 - \overline{O\,H}^2 - 2\,(\overline{O\,P}^2 - \overline{O\,Q}^2) = 0$$

Ponendo

$$\overline{O\,A} = b;\ \overline{O\,H} = a;\ \overline{OP} = x;\ \overline{O\,Q} = y$$

avremo

$$b^2 - a^2 - 2\,(x^2 - y^2) = 0$$

$$x^2 - y^2 = \frac{b^2 - a^2}{2}$$

che rappresenta l'equazione di una iperbola equilatera di semiasse trasverso eguale a

$$\sqrt{\frac{b^2 - a^2}{2}}.$$

Dunque la retta cercata deve tagliare la curva data in modo che il punto d'intersezione più prossimo ad O abbia per ascissa l'ordinata corrispondente all'ascissa dell'altro punto nell'iperbola equilatera di semiasse trasverso

$$\sqrt{\frac{b^2 - a^2}{2}}$$

e con O come origine delle coordinate.

Dalle operazioni grafiche della fig. 1 si vede come si ottiene il semiasse trasverso

$$\sqrt{\frac{b^2 - a^2}{2}} = \overline{O F_2},$$

e come si costruisce la iperbola equilatera $A_2 B_2 C_2 D_2 E_2 F_2$.

Tracciata adunque tale iperbola se ne proiettano i punti sopra l'assintoto $O A_3$, e, formato con centro in O il fascio proiettante i punti della curva data che si trovano sulle ordinate corrispondenti ai punti considerati sull'iperbola, si costruisca il luogo delle intersezioni dei raggi del fascio con le corrispondenti rette parallele ad $A y_1$ passanti per la punteggiata determinata sull'assintoto. Si ottiene in tal guisa una curva $A_4 B_4 C_4 D_4 E_4 O$ che, intersecando in C_4 la curva data, stabilisce il punto che, congiunto con O fissa la posizione che deve avere la retta per risolvere il problema proposto.

Da questo problema generale possiamo passare ai due seguenti casi speciali; a quello in cui si abbia la condizione che la retta secante debba essere parallela alla corda della curva ed a quello in cui la secante debba passare per un estremo della corda.

a) — (Fig. 2). — Data una curva, contenuta fra due rette parallele passanti per gli estremi della corda AH, trovare la posizione di una retta parallela alla corda in modo che sia minima la somma delle aree che vengono a resultare contenute fra questa secante, la curva e le rette parallele passanti per gli estremi della corda.

Prendiamo la formula già trovata precedentemente

$$x^2 - y^2 = \frac{b^2 - a^2}{2}$$

e chiamando c la lunghezza della corda e, riferendo le ascisse al punto H, poniamo

$$x = a + x_1; \qquad y = y_1 + a; \qquad b = a + c.$$

Perciò avremo quest'altra formula

$$\frac{x_1^2 - y_1^2}{a} + 2(x_1 - y_1) = c + \frac{c^2}{2a}.$$

Per $a = \infty$ l'equazione si riduce a

$$x_1 - y_1 = \frac{c}{2}.$$

Dunque per ottenere il punto della curva, da cui condurre parallelamente alla corda la retta che risolve il problema proposto, basta spostare parallelamente a sè stessa la curva data, in modo che un suo estremo passi per la mezzaria della corda e trovare il punto d'intersezione di queste due curve.

b) — (Fig. 3). — Data una curva $A\,C\,B\,H$ ed una retta $A\,y_1$, trovare la posizione di una retta secante condotta dall'esterno H della corda $A\,H$ in modo che la somma delle aree $[A\,I\,C| + [C\,B\,H|$ sia minima.

Nella formula generale

$$x^2 - y^2 = \frac{b^2 - a^2}{2}$$

basta porre le condizioni

$$a = o \qquad y = o$$

per essere nel caso attuale.

Dunque essendo c la lunghezza della corda $\overline{A\,H}$ si ha

$$x = \frac{c}{\sqrt{2}}$$

si ha cioè un'ascissa costante, qualunque sia la curva.

Perciò, se si costruisce sulla corda $\overline{A\,H}$ il triangolo isoscele rettangolo $A\,H\,K$ e se, riportata sulla corda la lunghezza

$$\overline{H\,R} = \frac{c}{\sqrt{2}},$$

si conduce per R la parallela $R\,S$ alla $A\,y_1$, tale parallela determina su qualunque curva di corda $A\,H$ i punti che, congiunti con H, estremo della corda, dànno la posizione delle rette per le quali si ottiene la minima somma delle aree comprese fra tale secante, le curve date e la retta passante per l'altro estremo della corda.

Tenendo presente tale resultato si può facilmente ottenere la soluzione del seguente problema.

2. — (Fig. 4). — Dato un trapezio $A\,B\,C\,D$ condurre una retta parallela alla base in modo che sia un minimo la somma delle aree dei due triangoli formati da questa retta, dai lati e da una diagonale del trapezio.

Il caso attuale rientra in quello precedente quando si consideri, anzichè la curva, il trapezio $A\,D\,E\,G$ supponendo risoluto il problema.

Per trovare adunque il punto F basterà costruire su $\overline{A\,D}$ il triangolo isoscele rettangolo $A\,D\,L$ e portare in $\overline{A\,H}$ il cateto $\overline{A\,L}$ e da H condurre la parallela a $D\,C$ fino ad incontrare in F la diagonale $A\,C$.

La $E\,G_1$ parallela alle basi del trapezio condotta per F, è quella che risolve il problema.

Per trovar poi sollecitamente il punto F sopra la diagonale $A\,C$ basta portare in $A\,F$ la lunghezza $\overline{A\,I}$ del cateto del triangolo isoscele rettangolo costruito sull'ipotenusa $\overline{A\,C}$.

Da questo problema si può far dipendere quest'altro.

3. — (Fig. 5). — Date due parabole coi rispettivi vertici negli estremi di una data retta in modo che si abbiano invertiti gli assi di quelle, trovare la parallela agli assi di minima lunghezza fra le due parabole.

Si abbiano le parabole $D_1\,E_1\,P$ e $A\,G_1\,B_1$ coi rispettivi vertici negli estremi P ed A della retta $A\,P$ e cogli assi nelle direzioni $P\,X_1$ e $A\,X_2$ parallele fra loro.

Le ordinate della parabola $P\,E_1\,D_1$ prese nella direzione dell'asse $P\,X_1$, corrispondenti alle ascisse sulla retta $P\,A$ rappresentano le aree dei triangoli che hanno per altezza l'ascissa del punto considerato e che sono simili ad un triangolo di altezza $\overline{A\,P}$ e di base doppia dell'ordinata in A, cioè di base $2\,.\,A\,D_1 = A\,D$.

Infatti essendo la curva $P\,E_1\,D$ una parabola abbiamo

$$\overline{A\,D_1}\,.\,\overline{P\,O} = \overline{A\,P}^2$$

e

$$\overline{E_1\,Q}\,.\,\overline{P\,O} = \overline{P\,Q}^2$$

perciò

$$\frac{\overline{E_1\,Q}}{\overline{A\,D_1}} = \frac{\overline{P\,Q}^2}{\overline{A\,P}^2}$$

Ma nei triangoli simili le aree stanno fra loro come i quadrati delle altezze, perciò si conclude che le ordinate della parabola $P E_1 D_1$ sono proporzionali alle aree dei triangoli che hanno per altezza l'ascissa del punto considerato e che sono simili a quelli di base $2 . A D_1 = A D$.

Un ragionamento analogo vale per l'altra parabola $A G_1 B_1$.

Da ciò adunque risulta che questo problema si riduce a quello precedente, per cui basterà costruire su $\overline{A P}$ il triangolo isoscele rettangolo $A P R$ e portarne il cateto in $A Q$ per determinare su $A P$ il punto Q, dal quale, innalzando la normale alla retta $A P$ si ha in quella direzione la minima distanza fra le parabole.

4. — (Fig. 6). — Tenendo presente quanto precede si vede che per risolvere il problema, « date due parabole coi rispettivi vertici negli estremi di una data retta ed in modo che ne siano invertiti gli assi, trovare la posizione della normale alla retta per la quale i punti intersecati sulle parabole sieno equidistanti dalla retta data », basterà considerare il seguente:

Dato un trapezio $A B C D$ di base $A D$ e $B C$, trovare la posizione di una retta parallela alle basi che divida il trapezio in modo che i due triangoli determinati da questa retta, da una diagonale e dai lati del trapezio siano equivalenti in superficie.

Se condotta la $E C$ parallela alle basi del trapezio le superficie triangolari $[E F C]$ e $[A F G]$ risultano equivalenti avremo che, essendo il triangolo $E F C$ simile ad $A C D$, ed $A F G$ ad $A B C$, la proporzionalità delle aree ai quadrati delle altezze sarà espressa dalle seguenti relazioni:

$$[C E F] : [A C D] = \overline{P W}^2 : \overline{P D}^2$$

$$[A F G] : [A B C] = \overline{D W}^2 : \overline{P D}^2$$

Perciò essendo

$$[C E F] = [A F G]$$

si avrà ancora

$$[A C D] : [A B C] = \overline{D W}^2 : \overline{P W}^2.$$

Per operare sopra quantità omogenee troviamo i quadrati equivalenti ai triangoli $[A C D]$ ed $[A B C]$.

Su $\overline{DP}$ si prenda una lunghezza $\overline{DN} = \overline{AD}$, e, descritto un semicerchio con centro nel punto R di mezzo di $\overline{NP}$, si tiri da D la tangente $\overline{DS}$; la lunghezza di questa è il lato del quadrato equivalente al doppio dell'area triangolare $[A\,C\,D]$. Si porti sul prolungamento di $\overline{AD}$ una lunghezza $\overline{DT} = \overline{DS}$.

Fatte le analoghe operazioni per il triangolo $A\,C\,B$ si ottiene in $\overline{PY}$ il lato del quadrato equivalente al doppio del triangolo $A\,B\,C$.

Congiungendo la T con Y, il punto d'intersezione W su DP è quello con cui, tirando la parallela alle basi del trapezio, si determinano i triangoli $C\,E\,F$ ed $A\,F\,G$, equivalenti fra loro.

(Fig. 7). — Si poteva procedere in quest'altro modo. Essendo equivalenti i triangoli $C\,E\,F$ ed $A\,F\,G$ avremo

$$\overline{FG} \,.\, x = \overline{EF} \,.\, (b - x).$$

Per la similitudine dei triangoli avremo ancora

$$\overline{FG} : c = x : b \qquad \text{e perciò } \overline{FG} = \frac{c\,.\,x}{b}$$

$$\overline{EF} : a = (b - x) : b \qquad \text{»} \quad \text{»} \qquad EF = \frac{a\,.\,(b - x)}{b}$$

quindi si ottiene

$$x = \frac{a\,.\,b}{a + \sqrt{a\,.\,c}}.$$

La lunghezza corrispondente a x si ha con la costruzione grafica indicata nella fig. 7.

In A s'innalza una normale $\overline{AH}$ di lunghezza uguale ad a e sul suo prolungamento si porta una lunghezza $\overline{AI}$ uguale a c; descritto un cerchio con centro nel punto O di mezzo della lunghezza $a + c$ si trova il punto d'intersezione K sul prolungamento di $\overline{AD}$. Innalzata in K la normale a $\overline{KD}$ fino ad incontrare in L il prolungamento di $\overline{CB}$, congiungendo L con D si ottiene, sul prolungamento di $A\,H$, il punto M che determina la distanza $\overline{AM} = x$.

5. — (Fig. 8). — Data una curva $A\,O\,M\,P\,T\,E$ e le rette parallele $A\,y_1$ ed $E\,y_2$ condurre una secante $\overline{KU}$ in modo che la somma delle aree $[A\,K\,M] + [M\,P\,T] + [T\,E\,U]$ sia minima.

Supposto risoluto il problema sia KU la retta, di cui si cerca la posizione; se si sposta tale retta parallelamente a sè stessa di una quantità infinitesima, la somma algebrica degli incrementi delle aree deve avere per limite zero. Perciò al limite dobbiamo avere

$$\overline{KM} + \overline{TU} = \frac{1}{2}\overline{KU}$$

$$\overline{MT} = \frac{1}{2}\overline{KU}.$$

Dunque è necessario che la somma delle proiezioni di $\overline{KM}$ e $\overline{TU}$ sopra AE sia uguale alla semicorda della curva data.

Ciò posto, se si divide la corda $\overline{AE}$ in quattro parti egual fra loro e dai punti B e D si conducono le parallele alle rete Ay_1 ed Ey_2 fino ad incontrare la curva nei punti M e T, è facile dimostrare che la congiungente questi punti è la retta che risolve il problema.

Basterà dimostrare che, presi i punti F ed H distanti rispettivamente di x dai punti B e D in modo che resulti sempre

$$\overline{AF} + \overline{HE} = \frac{1}{2}\overline{AE}$$

e condotte le FL e HP parallele ad Ay_1 fino ad incontrare la curva nei punti O e P e tirata inoltre la retta OP, la somma algebrica delle aree contenute fra queste rette, la curva data e le altre rette Ay_1 e Ey_2 risulta sempre una quantità diversa da zero qualunque sia x.

Ponendo

$$\overline{MQ} = m \qquad \overline{NT} = n$$

si avrà

$$\overline{GD} : \overline{BD} - \overline{GD} = n : m$$

$$\overline{GD} : \overline{BD} = n : m + n$$

ed essendo

$$\overline{BD} = 2 . a$$

avremo

$$\overline{GD} = \frac{2 . a . n}{m + n}.$$

Ponendo

$$p = \frac{a}{m + n}$$

risulta

$$G\,D = 2 \,.\, n \,.\, p.$$

Così otteniamo

$$\overline{O\,G} = \frac{a\,(m - n)}{m + n} = (m - n)\;p$$

$$\overline{G\,E} = \frac{a\,(m + 3\,n)}{m + n} = (m + 3\,n)\;p$$

$$\overline{G\,H} = \frac{2\,.\,a\,n}{m + n} - x = 2\,n\,p - x$$

$$\overline{G\,B} = \frac{2\,.\,a\,m}{m + n} = 2\,.\,m\,.\,p$$

$$\overline{G\,F} = \frac{2\,.\,a\,.\,m}{m + n} + x = 2\,m\,p + x$$

$$\overline{G\,A} = \frac{(3\,m + n)\;a}{m + n} = (3\,m + n)\,.\,p.$$

Ponendo

$$\overline{I\,K} = y_1; \qquad \overline{L\,O} = y_2; \qquad \overline{P\,S} = y_3; \qquad \overline{V\,U} = y_4$$

avremo

$$y_1 : m = (3\,m + n)\,.\,p : 2\,m\,p; \qquad y_1 = \frac{3\,m + n}{2}$$

$$y_2 : m = (2\,m\,p + x) : 2\,m\,p; \qquad y_2 = \frac{2\,m\,p + x}{2\,p}$$

$$y_3 : n = (2\,n\,p - x) : 2\,n\,p; \qquad y_3 = \frac{2\,n\,p - x}{2\,p}$$

$$y_4 : n = (m + 3\,n)\,p : 2\,n\,p; \qquad y_4 = \frac{m + 3\,n}{2}.$$

La somma delle aree positive è data da

$$[A] = \frac{\overline{Q\,M}}{2}\,.\,\overline{G\,F} + \frac{\overline{N\,T}}{2}\,.\,x + \frac{\overline{N\,T} + \overline{V\,U}}{2}\,.\,a$$

cioè

$$[A] = \frac{1}{4} \left\{ 4 . m^2 . p + 2 (m + n) x + a . m + 5 a n \right\}.$$

La somma delle aree negative è data da

$$[B] = \frac{\overline{IK} + \overline{OL}}{2} \overline{AF} + \frac{\overline{OL}}{2} x + \frac{\overline{PS} . \overline{GD}}{2}$$

cioè

$$[B] = \frac{1}{4} \left\{ 4 n^2 p - 2 (m + n) x + 5 a m + a n \right\}.$$

Sottraendo $[B]$ da $[A]$ si ha

$$[A] - [B] = (m + n) (m - n) p + (m + n) x - a (m - n).$$

Ma avendo posto $p = \frac{a}{m + n}$ si otterrà

$$[A] - [B] = (m + n) . x.$$

Dunque si ottiene una quantità diversa da zero appena che la secante si discosti dai punti M e T; ma al limite la differenza $([A] - [B])$ è zero; perciò $K U$ è la posizione della retta che risolve il problema.

(Fig. 9). — Una dimostrazione completamente geometrica per ottenere la differenza $([A] - [B]) = (m + n) x$ è la seguente.

Se dal punto O si tira la $\overline{O (1)}$ parallela alla $P T$ e dal punto (1) la $\overline{(1) (2)}$ parallela alla $I V$ si ha, fra le aree, l'eguaglianza:

$$[O (1) (2) (3)] = [P V (4) T].$$

Similmente conducendo da M la $\overline{M (5)}$ parallela alla $\overline{I V}$ si ha

$$[M (5) (6)] = [T (4) U].$$

Conducendo da (1) la $\overline{(1) (8)}$ parallela alla $K U$ si ha

$$\overline{(7) (8)} = \overline{(6) R}$$

e perciò l'eguaglianza fra le aree

$$[I (7) (8)] = [R (3) (6)]$$
$$[(1) O (7)] = [R P T].$$

Perciò la somma delle aree positive si riduce a

$$[A] = [O\, M\, (1)] + [M\, (5)\, (2)\, (1)] + [I\, (7)\, (8)]$$

e quella delle aree negative a

$$[B] = [I\, (7)\, (8)] + [(8)\, (1)\, M\, K] - [(1)\, O\, M].$$

La differenza

$$[A] - [B] = 2\, [O\, (1)\, M]$$

cioè

$$[A] - [B] = (m + n) \,.\, x.$$

(Fig. 10). — Quando al precedente problema fosse imposta la condizione che la secante cercata deve essere parallela ad una determinata direzione è facile dedurre, dalle considerazioni fatte precedentemente, che la secante corrisponde a quella corda della curva data $A\ C\ E\ H$ che, essendo parallela alla direzione stabilita, ha per proiezione sull'asse delle x una lunghezza uguale a $\frac{\overline{A\ H}}{2}$.

Perciò, spostando la curva parallelamente a sè stessa e nella direzione data in modo che, essendo $A\, A_0$ ed $E\, E_0$ parallele a tale direzione ed essendo la retta $E\, E_1$, passante per il punto di mezzo della $A\, H$, parallela alle $A\, y_1$ e $H\, y_2$, la curva si trovi nella nuova posizione $A_0\, E_0\, H_0$, il punto d'intersezione delle due curve, la primitiva cioè e la spostata, è quello per il quale deve passare la secante cercata.

(Fig. 11). — Riprendendo il primo problema, quello in cui la posizione della secante è vincolata dalla condizione di dover passare per un punto fisso O sul prolungamento della retta $A\ H$, esaminiamo il caso nel quale la curva $A\ B\ C\ D\ E\ F\ G\ H$ sia costituita da due rette $A\ D$ e $D\ H$.

Per costruire la curva ausiliaria, dalla cui intersezione con la retta $D\ H$, viene ad essere determinato il punto che congiunto con O stabilisce la posizione della retta cercata, si possono fare le seguenti considerazioni.

Per la similitudine dei triangoli si ha

$$\overline{B\ B_1} : \overline{B_4\ B_5} = \overline{O\ B_1} : \overline{O\ B_5}$$

$$\overline{B\ B_1} = \frac{\overline{B_4\ B_5} \,.\, \overline{O\ B_1}}{\overline{O\ B_5}}$$

ed anche

$$\overline{B B_1} : \overline{H S} = \overline{A B_1} : \overline{A H}$$

$$\overline{B B_1} = \frac{\overline{H S} \cdot \overline{A B_1}}{\overline{H A}}.$$

Perciò

$$\frac{\overline{B_4 B_5} \cdot \overline{O B_1}}{\overline{O B_5}} = \frac{\overline{H S} \cdot \overline{A B_1}}{\overline{A H}}.$$

Ponendo

$$\overline{B_4 B_5} = z; \quad \overline{O B_1} = x; \quad \overline{O B_5} = y; \quad \overline{H S} = d;$$

$$\overline{A B_1} = (b - x); \quad \overline{A H} = c;$$

avremo

$$\frac{z x}{y} = \frac{d (b - x)}{c}$$

$$z = \frac{b d}{c} \cdot \frac{y}{x} - \frac{d}{c} y.$$

Avendo già trovato

$$x^2 - y^2 = \frac{b^2 - a^2}{2}$$

da cui

$$x = \sqrt{y^2 + \left(\frac{b^2 - a^2}{2}\right)}$$

si ha infine

$$z = \frac{b d}{c} \cdot \frac{y}{\sqrt{y^2 + \left(\frac{b^2 - a^2}{2}\right)}} - \frac{d}{c} y.$$

Questa equazione mostra come si debba procedere graficamente onde ottenere le ordinate z della cura ausiliaria in funzione dell'ascisse y riferite agli assi ortogonali $O\,T$ ed $O\,A$.

Condotta adunque per O la $O\,A_6$ parallela alla retta $A\,B$ e proiettatavi sopra la punteggiata delle ascisse coi prolungamenti delle rispettive ordinate, si abbasseranno dalla nuova punteggiata le normali ai corrispondenti raggi del fascio determinato dalla punteggiata delle ascisse e dal centro V preso ad una

distanza da O uguale a $\sqrt{\frac{b^2 - a^2}{2}}$, e presa, a partire dalla retta $O A_6$, ciascuna normale della lunghezza costante $O T = \frac{b d}{c}$, si condurranno dall'altro estremo le parallele all'asse delle ascisse sino ad incontrare le linee delle corrispondenti ordinate.

In tal guisa si otterrà la curva ausialiaria, che potrà pure costruirsi nel modo seguente.

La curva ausiliaria $A_4 B_4 H_4 O$, invece che all'asse $O A$ come asse delle ascisse può essere riferita all'asse $O A_6$, conservando alle ordinate la loro primitiva direzione.

Per questo cambiamento dell'asse delle ascisse la curva ausiliaria avrà la seguente equazione

$$z_1 = \frac{b d}{c} \cdot \frac{y_1}{\sqrt{y_1^2 + \frac{1}{\cos^2 A O A_6)} \cdot \frac{(b^2 - a^2)}{2}}}$$

essendo y_1 l'ascissa presa sull'asse $O A_6$ e z_1 l'ordinata.

Tirando per V la parallela alla $O A$ fino ad incontrare in W la normale innalzata in O alla retta $O A_6$ si ha

$$\overline{O W}^2 = \frac{1}{\cos^2 (A O A_6)} \cdot \left(\frac{b^2 - a^2}{2}\right).$$

Perciò se dal centro W si proietta la punteggiata delle ascisse y_1 della retta $O A_6$ e se, a partire da questa, si prende su ciascun raggio del fascio una lunghezza costante uguale a $\frac{b d}{c} = O T$, si viene a costruire una concoide tale che le lunghezze intercette sull'asse delle ascisse $O A_6$ da un raggio e dalla normale abbassata dal corrispondente punto della concoide sono uguali a quelle delle ordinate della curva ausiliaria; perciò questa si ottiene come il luogo geometrico descritto dal vertice dell'angolo costante $\frac{1}{2} (\pi - B A O)$, i lati del quale si muovono mantenendosi paralleli a due date direzioni e passando per i due punti determinati sull'asse assintotico della concoide da un raggio del fascio W e dalla corrispondente ordinata.

UNA NUOVA GUIDA RETTILINEA

Ing. I. Saraceni

È noto che la trasformata per raggi vettori reciproci di una circonferenza C rispetto ad un punto O del suo piano, scelto come centro d'inversione, è un'altra circonferenza avente il centro C' sulla retta $O\ C$ (fig. 1).

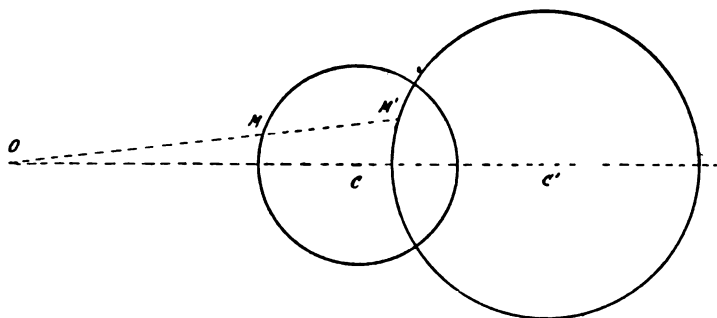



Fig. 1.

Se però il centro d'inversione si trova sulla circonferenza data C, la trasformata per raggi vettori reciproci non è più una circonferenza, ma una retta normale alla congiungente $O\ C$. Si ha allora, per qualsiasi retta uscente da O, che (fig. 2):

$$O M \,.\, O M' = O N \,.\, O N' = \text{cost.}$$

Ciò premesso si comprende facilmente che in tutti i meccanismi nei quali (comunque deformandosi) tre punti si mantengono costantemente in linea retta e tali che il prodotto delle distanze di due di essi dal terzo O è costante, potranno servire a trasformare

il moto rotatorio di uno qualunque dei due suddetti punti in rettilineo alternato dell'altro. Basterà infatti fare in modo che, tenendo fisso il punto O, uno dei due altri punti venga a descrivere una circonferenza passante per O; l'altro sarà obbligato a descrivere una retta.

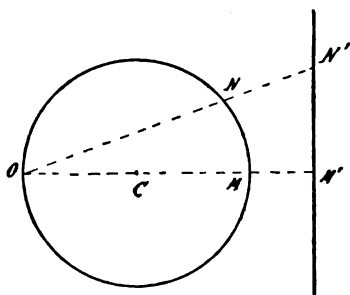



Fig. 2.

I meccanismi suddetti potranno quindi servire di base per costituire delle guide rettilinee esatte.

La prima applicazione di questo principio è dovuta a Peaucellier (1864); e fu una rivelazione la sua guida rettilinea, chè

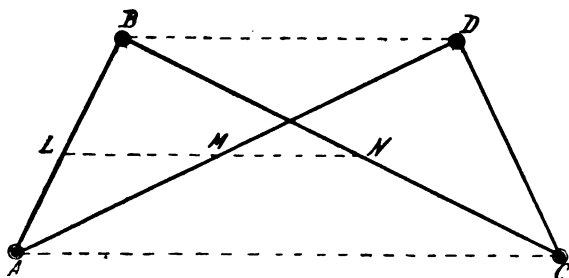



Fig. 3.

prima d'allora s'era ritenuto impossibile risolvere il problema di guidare in linea retta un punto servendosi esclusivamente di catene di rotoidi. In seguito Hart, Perrolaz e Bentabol applicarono lo stesso principio nelle loro guide rettilinee esatte.

Hart osservando (fig. 3) che in un antiparallelogramma articolato $A\,B\,C\,D$ una retta qualsiasi $L\,N$, condotta parallela a $B\,D$ e $A\,C$, taglia l'antiparallelogrammo in 3 punti L, M ed N i quali, comunque deformandosi l'antiparallelogrammo, si mantengono costantemente allineati (su di una retta parallela a $B\,D$ e $A\,C$) e

tali che il prodotto $\overline{LM}.\overline{LN}$ risulta costante, pensò di servirsi di tale meccanismo per trasformare il moto rotatorio del punto ***M*** in rettilineo alternato del punto ***N***.

Egli non fece che collegare, per mezzo di 3 coppie di rotoidi *L*, ***M*** ed ***O***, il punto ***M*** ed il punto ***L*** mediante due aste uguali ***L O*** ed ***M O*** e poscia fissò l'asta ***L O***.

Fig. 4.

Ruotando allora il membro ***O M*** intorno ad ***O***, il punto ***M*** veniva così a descrivere una circonferenza passante per il punto fisso *L* (centro d'inversione) ed il punto *N* era obbligato ad oscillare sulla retta ***N H***, perpendicolare alla ***O L*** (fig. 4).

Fig. 5.

L'antiparallelogrammo però oltre a godere della proprietà rilevata dall'Hart ne possiede un'altra, già nota, e cioè che il prodotto delle congiungenti (fig. 5) $\overline{BD} \cdot \overline{AC}$ (che si mantengono sempre paralleli fra loro, comunque si deformi l'antiparallelogrammo) risulta sempre costante.

Tale proprietà, per quanto abbiamo detto, ci permette di arrivare ad un'altra guida rettilinea esatta.

Se supponiamo per ogni posizione del meccanismo condotta per il punto D la parallela ad AB, evidentemente si avrà:

$$AD' = BD$$

e quindi

$$AD' . AC = \text{cost}$$

Si vede allora che se si mantiene fisso il punto A e si fa descrivere a D' una circonferenza passante per A, il punto C è co-

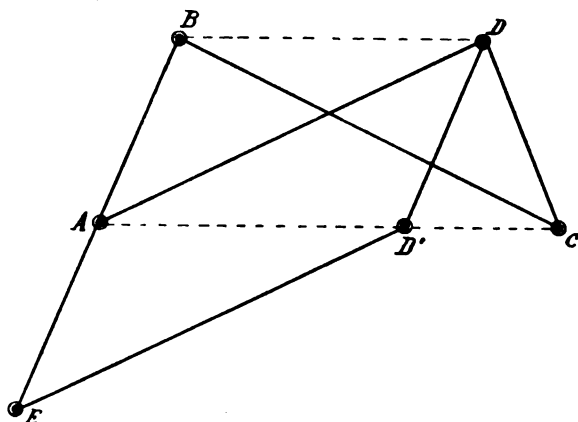



Fig. 6.

stretto a descrivere la retta normale alla congiungente il punto A col centro della circonferenza suddetta.

Ma il punto D' non appartiene all'antiparallelogrammo, bisogna perciò collegarlo ad esso e in modo che $D'A$ possa variare e, in ogni posizione del meccanismo, risultare uguale a BD.

Le catene cinematiche indicate nelle figure 6 e 7 soddisfano a tali condizioni. Nella prima infatti, essendo

$$AD = ED'$$

e AE (prolungamento del membro BA) uguale a DD', il membro BE si manterrà sempre parallelo a DD' e quindi — deformandosi l'antiparallelogrammo — in ogni istante sarà:

$$BD = AD'.$$

E nella seconda pure (fig. 7), essendo

$$BE = AD \text{ e } DE = AB$$

si avrà sempre

$$B D = A D'.$$

In queste catene cinematiche quindi si avranno i tre punti A, D' e C sempre in linea retta e tali che il prodotto $A D' . A C$ è costante: esse potranno quindi servire per costituire delle guide rettilinee esatte; basterà a tal uopo fissare il punto A e far descrivere ad uno degli altri due punti una circonferenza passante per A; il terzo punto descriverà una retta normale alla congiungente il punto A col centro della circonferenza.

A ciò si arriva facilmente mediante l'aggiunta dei membri uguali $A O$ e $O D'$ (fig. 8 e 9) e delle coppie di rotoidi D' ed O.

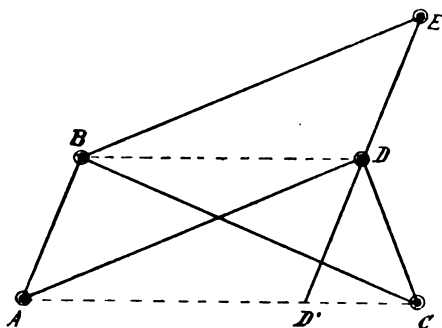



Fig. 7.

In queste guide rettilinee la relazione esistente trà la velocità lineare v del punto C e la velocità angolare ω della manovella $O D'$ è quella stessa delle guide di Peaucellier e di Hart.

Consideriamo infatti le catene cinematiche delle fig. 6 e 7: esse diventano dei meccanismi reciprocatori (usati in pratica per descrivere delle circonferenze di raggio molto grande) se si fissa il punto A, poichè allora se il punto D' descrive una curva qualsiasi, il punto C viene a descrivere la trasformata per raggi vettori reciproci di tale curva.

Consideriamo fisso il punto A e supponiamo (fig. 10) che il punto D' descriva una circonferenza non passante per A, ma avente il centro sulla $O A$; il punto C allora descriverà una circonferenza avente il centro S pure sulla $O A$.

Dal quadrilatero $A B C S$ allora si ha, dicendo v la velocità del punto C e Ω la velocità angolare di $A B$,

$$\frac{\frac{v}{S C}}{\Omega} = \frac{R A}{S R}$$

ossia

$$v = \Omega \frac{RA}{SR} . SC$$

e chiamando φ l'angolo CSA:

$$v = \Omega \frac{RA}{SR} \frac{SC_0}{\cos\varphi}$$

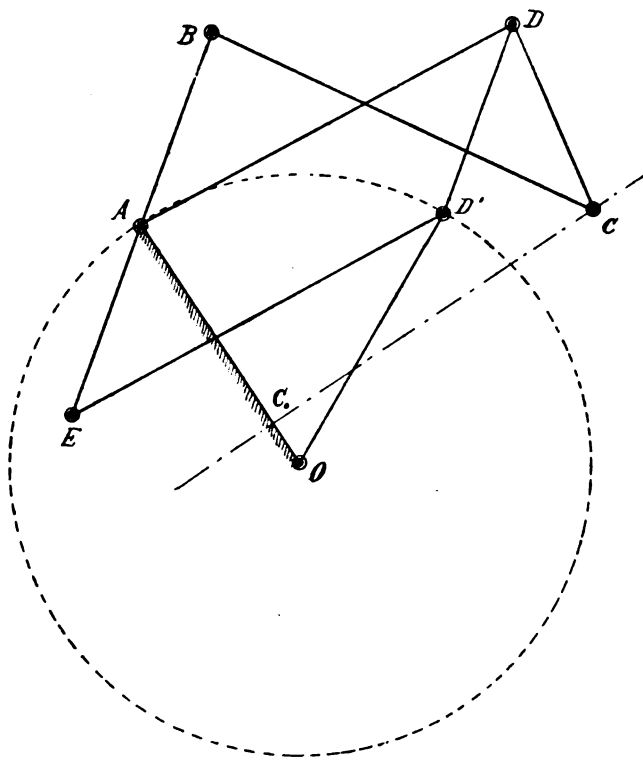



Fig. 8.

ed anche

$$v = \frac{\Omega}{\cos\varphi} . RA \left(1 + \frac{RC_0}{SR}\right)$$

Di qui si vede ora che se il punto D' descrivesse una circonferenza passante per A, dovendo C descrivere la retta CC_0 si avrebbe

$$RS = \infty \quad . \quad \varphi = 0$$

e quindi

$$v = \Omega \, . \, \overline{RA}$$

che è la relazione che lega la velocità dal punto C alla velocità angolare del bilanciere BE.

Volendo determinare la relazione esistente tra v ed w, si può considerare il quadrilatero articolato $A\,E\,D'\,O$.

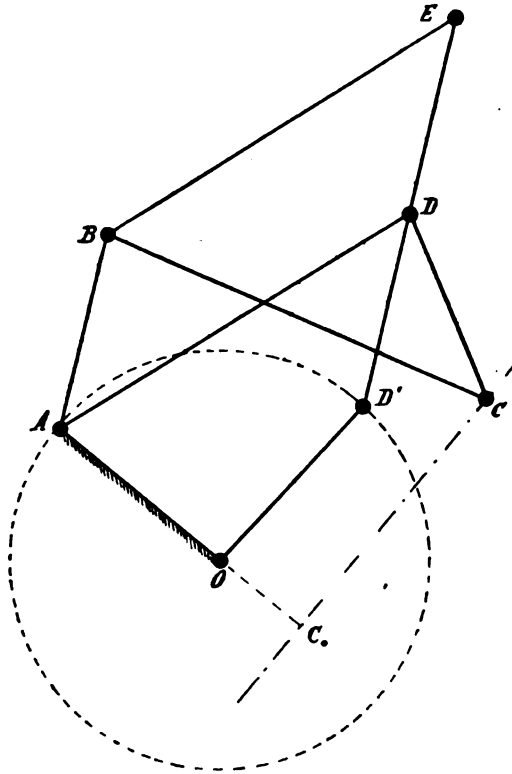



Fig. 9.

In esso i lati $A\,E$ e $D'\,O$ oscillano intorno ai punti fissi A ed O rispettivamente con velocità angolari Ω e w, avremo perciò

$$\frac{w}{\Omega} = \frac{A\,H}{H\,O}$$

e quindi

$$v = w \frac{H\,O}{A\,H} \, . \, R\,A.$$

Ma se conduciamo da O la parallela a $D'O$ si ottengono i triangoli simili $HD'O$ e OVR (essendo $D'AO = AD'O = ORA +$

Fig. 10.

$+ RCA = AD'H + HD'O$ e $RCA = LD'C = AD'H$) e quindi

$$\frac{OD'}{RV} = \frac{OH}{OV}$$

ed anche

$$\frac{AO}{RV} = \frac{OH}{AV}$$

ossia

$$\frac{\overline{AO} - \overline{OH}}{\overline{RV} - \overline{AV}} = \frac{\overline{OH}}{\overline{AV}}$$

cioè

$$\frac{\overline{AH}}{\overline{RA}} = \frac{\overline{Oh}}{\overline{AV}}$$

per cui sostituendo nell'espressione di v, si ha:

$$v = w . \overline{AV} = \Omega . \overline{RA}$$

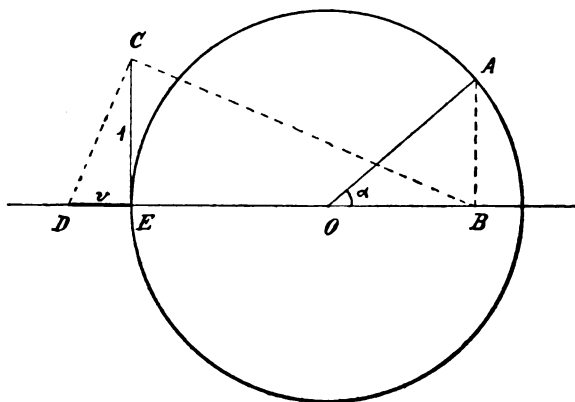



Fig. 11.

che esprimono le relazioni esistenti tra la velocità dei diversi membri delle guide.

Conducendo da C ed A le parallele ad $A V$ e $C V$ si ottiene il punto M che si mantiene, durante il moto del meccanismo, sempre ad uguale distanza dal punto A e dalla retta fissa $C C_0$: esso descrive perciò una parabola avente il fuoco in A e per direttrice la retta $C C^o$.

Dalla figura, ponendo $C_0 A = \delta$, si ha:

$$A M = A V = \delta + C_0 V.$$

E chiamando α l'angolo $V O D'$:

$$A V = \delta - A V \cos \alpha$$

da cui

$$A V = \frac{\delta}{1 + \cos \alpha}.$$

E quindi sostituendo nella formola di v, si ha:

$$v = w \frac{\delta}{1 + \cos \alpha} = f(w, \alpha)$$

la quale serve a calcolare la velocità del punto C in funzione della velocità angolare w della manovella e dell'angolo α di rotazione della stessa.

Graficamente si può determinare tale velocità con diversi metodi: quello che dò io e che è indicato nella figura 11 è molto semplice.

Si descriva la circonferenza di centro O con raggio

$$R = \frac{1}{w \delta}$$

e si tracci $C E$, normale ad $E O$, uguale all'unità.

Evidentemente allora — supponendo w costante — per una rotazione α della manovella $O D'$ basterà fare $B O A = \alpha$, condurre $A B$ normale ad $E O$, congiungere C con B e quindi condurre $C D$ normale alla $B C$: il seguente $D E$ rappresenterà la velocità v del punto C.

Infatti, essendo

$$C E = 1$$

$$E B = R + R \cos \alpha = \frac{1}{w \delta} (1 + \cos \alpha),$$

dei triangoli simili $D E C$ e $C E B$ si avrà:

$$\frac{D E}{C E} = \frac{C E}{E B}$$

cioè

$$D E = \frac{1}{\frac{1}{w \delta} (1 + \cos \alpha)} = v.$$

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

L'utilizzazione industriale delle forze idrauliche in Norvegia (1).

L'industria in Norvegia fu al suo inizio esclusivamente privata, come si è verificato anche in tutti gli altri Paesi. Questa forma di lavoro si è però particolarmente conservata nei paesi scandinavi ed anche attualmente si nota un forte movimento tradizionalista che si sforza di conservare e favorire le ultime traccie della piccola industria privata, tantochè nel 1891 si è costituita una Società per l'industria domestica che intrattiene una esposizione permanente a Cristiania.

Ma per quanto sia giustificata questa tendenza di mantenere le tradizioni del lavoro privato, in special modo per quanto riguarda la popolazione rurale, tuttavia però anche la Norvegia non potè sottrarsi alla necessità di evolversi conformemente alle esigenze della vita moderna, di cui la grande industria è manifestazione inevitabile.

In Norvegia, prescindendo dalle segherie, delle quali si hanno esempi che risalgono all'anno 1550 circa, la vita industriale data col principio del XIX secolo ed ha raggiunto dei progressi considerevoli negli ultimi quarant'anni, impiegando circa il 30 % degli abitanti.

Il legname e la pasta di legno. — La Norvegia pure non essendo così ricca di legname come la Svezia, ha tuttavia una

(1) Vedi *La Norvège*, pubblicazione ufficiale del Governo norvegese. La *Houille Blanche*, N. 12.

estensione coltivata a boschi che rappresenta il 21 % della sua superficie totale, percentuale assai rimarchevole per il fatto che le coste ad ovest ed a nord non entrano nel computo e che tutte le foreste si trovano così concentrate parzialmente nella regione di Trondhjem e nelle contrade ad est ed a sud dove occupano il 38 % della superficie totale. Ed è appunto in queste contrade che si hanno numerosi fiumi ricchi di acque e che facilitano ed in alcuni casi rendono possibile un trasporto economico per fluitazione.

I boschi di Norvegia sono ricchi delle più svariate qualità di legname tantochè nelle regioni meridionali e fino a 61° di latitudine circa si incontrano piantagioni di faggi, quercie, ed olmi, epperò la loro utilizzazione non presenta interesse speciale. Altre specie di alberi sono ancora più rari e si incontrano specialmente in vicinanza alle fattorie e case di campagna, quantunque alcune qualità siano assai ricercate per lavorazioni speciali; ad esempio la tremula per la fabbricazione dei fiammiferi di legno ed il frassino per quella degli ski. Epperò i veri alberi indigeni della Norvegia sono i pini, gli abeti e le betulle. Queste ultime vegetano al nord del circolo polare, ma se ne trovano anche più a sud, ad altitudini di 1000 m. circa che segnano come una linea di separazione tra le betulle bianche di pianura e quelle di montagna o betulle nane.

La betulla bianca è uno degli alberi più caratteristici della Norvegia, vegeta assai facilmente e può raggiungere in un centinaio d'anni un'altezza di 25 metri con 1,50 di diametro alla base.

Epperò le foreste norvegesi, note per la loro estensione, comprendono essenzialmente gli alberi resinosi quali i pini e gli abeti nelle regioni a sud del circolo polare, ed i pini esclusivamente in quelle più settentrionali; è questo il legname che viene maggiormente sfruttato ed esportato in grande quantità, sotto forma di pasta di legno meccanica o chimica nella fabbricazione della quale si presta benissimo l'abete norvegese per la percentuale assai ridotta di resina.

Si comprende assai facilmente come, dati i numerosi centri di utilizzazione del legname, la Norvegia fosse nei tempi addietro assai più ricca di boschi che non oggigiorno; è quindi naturale che la questione mondiale del rimboschimento sia all'ordine del giorno anche in Norvegia. Già fin dal secolo XVI si avevano preoccupazioni al riguardo; nell'anno 1892 si impediva per legge l'e-

sportazione del legname proveniente dalle tre provincie più settentrionali e precisamente da Nordland, Tromsoe e Finmarken, e nel 1893, con altra legge si attribuiva ai Comuni la facoltà di prendere sotto la loro protezione tutti quei boschi che per incuria fossero destinati a rovina.

Le foreste pubbliche, sia Comunali che dello Stato sono chiamate *almenninger* (legno della comunità) e la loro sorveglianza è affidata alle amministrazioni forestali la cui istituzione data dal 1857; inoltre esistono attualmente tre scuole ordinarie ed una scuola superiore per gli agenti forestali.

Il rimboschimento è in parte curato direttamente dallo Stato ed in parte da una Società forestale che dal 1901 ad oggi ha fatte piantagioni ragguardevoli che raggiungono la cifra di 39 milioni d'alberi; questa Società, sostenuta dall'associazione dei fabbricanti norvegesi di pasta di legno e da quella degli esportatori di legname segato e sovvenzionata dal Governo, è diretta da un ingegnere dello Stato.

Il lavoro del taglio degli alberi è compiuto da 20000 taglialegna, cifra questa che rappresenta l'1 % circa dell'intera popolazione; il taglio si effettua durante l'autunno e l'inverno ed ha inizio a metà settembre.

Il trasporto del legname scortecciato e tagliato si compie in massima parte per fluitazione libera e con zatteroni.

In Norvegia la fabbricazione delle paste di legno ebbe inizio nel 1868; nel 1895 si contavano 71 fabbriche delle quali 15 per la cellulosa o pasta chimica e 56 per la pasta meccanica.

Oggigiorno il numero delle fabbriche è di 72 di cui 19 per la cellulosa e 53 per la pasta meccanica.

I prezzi delle differenti qualità di pasta di legno variano in modo assai sensibile; la pasta meccanica umida in partenza dai porti norvegesi che si vendeva nel 1878 a 150 corone, non si pagava che 29 corone nel 1891; il prezzo medio si può ritenere oggigiorno di 50 corone.

La pasta meccanica secca vale 95 corone e la cellulosa 145 corone.

Complessivamente nel 1906 l'esportazione totale dalla Norvegia della pasta di legno superò il mezzo milione di tonnellate con una entrata di 32 milioni di corone che rappresenta l'1,6 % circa delle entrate complessive.

Il carburo di calcio. — La fabbricazione del carburo ebbe inizio in Norvegia nel 1899; la prima fabbrica fu la Haflund

Carbid Fabrik a Sarpsborg; attualmente si contano sette fabbriche di carburo di calcio normalmente funzionanti:

Borregaard . . .	2000	HP
Hafslund . . .	30000	»
Notodden . . .	4000	»
Krageroe . . .	4000	»
Trondhjem . . .	3000	»
Meraker . . .	4000	»
Odda	23000	»
Totale	70000	HP

con una produzione annua che potrebbe essere di almeno 80 mila tonnellate. Questo quantitativo però nel fatto non si raggiunge, in seguito alla concorrenza esercitata sui mercati esteri e provocata da un'eccesso di produzione che, tenuto conto anche di tutte le officine europee, è di 300 mila tonnellate contro un consumo di 192 mila.

Le fabbriche di carburo in Norvegia si può dire lavorino esclusivamente per l'esportazione con un quantitativo esportato che raggiunse nel 1908 le 36000 tonnellate circa, equivalenti a sei milioni e mezzo di corone; il costo di produzione è assai limitato data l'esistenza e l'ubicazione di ingenti forze idrauliche, tantochè la merce si può avere al prezzo di 12 lire la tonnellata franca nei nostri porti.

Fra le principali fabbriche di carburo in Norvegia vanno ricordate: la Société des Usines Electrochimiques d'Hafslund e quella di Odde all'estremità di Sorfjord. Nella prima viene impiegato il processo del Dr. Helfenstein di Vienna, con un forno elettrico doppio trifase a due gruppi di 6 elettrodi, ognuno di questi per una potenza da 2500 a 3000 Kw. (3000-400000 Ampères, 75–95 Volt) con una capacità quindi complessiva di 15 a 18000 Kw. che equivalgono a 25000 HP circa.

Nell'officina di Hafslund è pure installato un forno elettrico trifase di 10000 HP per la produzione del ferro silicio. Tutta o quasi la produzione annuale di carburo di calcio di 24 mila tonnellate circa viene imbarcata nel porto di Fredrikstad e destinata all'esportazione.

A Odde, all'estremità del Sorfjord si hanno fabbriche di carburo esercite da società inglesi; i forni elettrici ivi installati sono monofasi sistema Alby, ed assorbono 1400 Kw. d'energia a 28000 amp. e 50 volt.

Il carburo di calcio prodotto nelle officine di Odde, malgrado

la ubicazione di questa città che trovasi nel centro della Norvegia a 200 Km. circa dalla costa, può essere facilmente esportato data la navigabilità del Hardangerfjord.

Fissazione dell'azoto atmosferico. — Come è noto, l'azoto è un elemento essenziale di importanti prodotti chimici; combinato coll'ossigeno da i nitrati e l'acido nitrico che sono consumati in grande quantità nell'agricoltura e nelle industrie degli esplosivi e delle materie coloranti.

Sotto forma ammoniacale, è utilizzato per la preparazione di una serie di composti molto importanti tra i quali vanno rilevati particolarmente la soda Solway ed il solfato d'ammoniaca la cui produzione mondiale raggiunge annualmente più di 800 mila tonnellate. Infine, l'azoto è pure utilizzato sotto forma di cianuri in molte industrie.

Le sorgenti naturali d'azoto sono concentrate particolarmente, prescindendo dal regno animale e vegetale, nei giacimenti di petrolio e di nitrati alcalini. Dal petrolio distillato ad esempio si separa, sotto forma ammoniacale, dal 10 al 20 % dell'azoto contenuto; quanto ai nitrati è noto come essi provengano dall'America del Sud, con un quantitativo che si avvicina ai due milioni di tonnellate-anno. La durata probabile di questi giacimenti naturali è molto dubbia limitandosi secondo gli uni a 20 anni, secondo altri a 100 anni; quello che è certo è che essa è forzatamente limitata e che d'altra parte e per numerose cause, il prezzo d'estrazione per tonnellata tende ad aumentare.

Naturale quindi si cercasse di utilizzare un'altra sorgente d'azoto ricavandolo dall'atmosfera che secondo M. Erdmann ne contiene 12 milioni di tonnellate per Kmq. La fissazione industriale dell'azoto atmosferico si è manifestata sotto due forme distinte: la fabbricazione del calcio cianamide e la sintesi dei composti ossigenati dell'azoto per ottenere l'acido nitrico ed i suoi derivati. Queste due industrie necessariamente collegate all'utilizzazione di forze idroelettriche, erano destinate a svilupparsi nei paesi ricchi di cadute d'acqua.

La fabbricazione della cianamide è la sola realizzata attualmente in Francia, Italia e Svizzera dove i brevetti Frank e Caro hanno portato ad una preziosa utilizzazione della sovraproduzione di carburo di calcio.

In Norvegia e precisamente a Odde si ha una sola fabbrica di calcio-cianamide, la North Western Cyanamide Cy., nella quale con 196 forni o storte elettriche funzionanti alla temperatura di

800° a 1000° C., si trattano 10 mila tonnellate di carburo di calcio fabbricato sul posto. Questa officina è però destinata ad assurgere ad importanza assai maggiore, ed anzi la sua produzione sarà prossimamente portata a 30 mila tonnellate-anno.

La fabbricazione dei nitrati artificiali o più esattamente la sintesi dei composti ossigenati dell'azoto, per via elettrica partendo dagli elementi dell'aria, presenta il doppio vantaggio di fornire direttamente prodotti quali: il nitrato di calce come materia fertilizzante o il nitrato d'ammoniaca per gli esplosivi e di non esigere una separazione dell'azoto atmosferico per liquefazione e distillazione. Però questo sistema di fabbricazione per essere praticamente industriale ha bisogno di poter disporre di forze idroelettriche economiche e di ubicazione favorevole per il trasporto e per l'esportazione del prodotto fabbricato.

In Norvegia il problema venne, come è noto, studiato da Birkeland e Eyde che seppero per i primi assurgere dalle loro esperienze di laboratorio alla possibilità di una applicazione industriale, dimostrando come l'arco elettrico di grande potenza ed intensità possa essere impiegato per la combustione dell'azoto dell'aria.

Una prima applicazione in questo senso fu fatta nel 1907 utilizzando l'energia idraulica dello Svoelgfos; l'officina di Nottoden comprende 36 forni di 1500 HP dei quali 32 funzionano coll'energia di Svoelgfos e 4 con quella proveniente da un'impianto idroelettrico sul Tinfos. Questi forni, tipo Birkeland e Eyde utilizzano per l'allungamento dell'arco elettrico di forte intensità il principio di Plücker (1861) secondo il quale l'arco elettrico a corrente alternata che scatta fra due elettrodi disposti in un campo magnetico di direzione normale alla linea degli elettrodi viene ad allungarsi ed allargarsi in forma di semidisco.

L'aria che arriva da numerosi canaletti, penetra nella camera di reazione nella quale ha luogo una buona combustione dell'aria stessa i cui elementi parzialmente combinati, sfuggono successivamente da un canale periferico. Da questo, i gas caldi, dopo aver trasmesso una parte del loro calore ad una caldaia a vapore, sono ulteriormente raffreddati fino a 50° e passano nelle camere d'ossidazione nelle quali si effettua la trasformazione da $A_z O$ in $A_z O^2$, e successivamente in diverse torri d'assorbimento dove al contatto con acqua si forma acido nitrico ed a contatto della calce che trattiene le ultime traccie di ossido d'azoto si ricavano i composti nitrati.

Con questo sistema si producono annualmente nelle officine di Nottoden, 25 mila tonnellate di nitrati artificiali che vengono esportati in barili ad un prezzo medio su vagone di 19 lire circa.

Un'altro sistema di forno basato su un principio diverso da quello di Birkeland e Eyde è quello installato dalla Badische Anilin Fabrik; l'arco di 5 metri di lunghezza per un forno da 600 HP scatta nell'interno di un tubo metallico collegato ad uno degli elettrodi ed attraversato da una corrente d'aria; il rendimento di questo forno sembra migliore di quello ottenibile con forni Birkeland tantochè il sistema della Badische Anilin verrà adottato di preferenza nelle future installazioni della Norske Salpeterverker che potrà fra qualche anno utilizzare un'energia di 500 mila HP lanciando sul mercato 300 mila tonnellate d'acido nitrico o dei suoi derivati.

NECROLOGIO.

Il 7 maggio cessava di vivere il prof. Ernesto Cavalli Vice Direttore della R. Scuola Superiore Politecnica di Napoli, ove teneva, fin dal 1891, la cattedra di meccanica applicata alle macchine.

Nato a Livorno il 21 luglio 1852 studiò al Politecnico di Zurigo e si laureò ingegnere civile nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano nel 1874 a soli 22 anni.

Due anni dopo era già insegnante di meccanica nel R. Istituto Tecnico di Livorno, ove rimase fin al 1886, dettando, dal 1879 contemporaneamente lezioni di Statica Grafica all'Università di Pisa ed assumendo in seguito anche l'insegnamento della matematica nella R. Accademia Navale di Livorno.

In tale periodo, con pubblicazioni su argomenti di statica grafica, di cinematica, di resistenza dei materiali, mostrò spiccata tendenza a trattare in forma piana e facile i più complessi argomenti, di indole assolutamente scientifica nel vasto campo della meccanica applicata.

Allievo devoto del Brioschi e del Cremona, seguì la Scuola della rigorosa ricerca teorica e pubblicò dal 1876 al 1886 fra l'altro studi sulle « Superficie di riduzione dei momenti d'inerzia dei sistemi delle forze parallele nello spazio », sull'odografo di W. R. Hamilton, e sulla generalizzazione di un teorema di Pappo; rifece per via molto semplice ed elementare la dimostrazione delle formole del Lamé per la resistenza dei recipienti cilindrici e sferici e si occupò delle « Ovali di Cartesio considerate dal punto di vista cinematico ».

Nel 1886 divenuto professore straordinario di meccanica applicata, nella R. Scuola per gl'Ingegneri di Roma, si trovò accanto al suo maestro, il

Cremona. Questi, poco dopo, assieme al Cerruti presentavano successivamente all'Accademia dei Lincei tre contribuzioni del Cavalli circa la « Perdita di carico nelle condutture ad aria compressa », sulla « Teoria delle trasmissioni telodinamiche » è sulla « Teoria delle turbine elicoidali ».

Nel 1889 il professor Cavalli volendo integrare, fra gli altri studii, quelli del Wirtz e degli Ingegneri Richard e Knoke, cercò di istituire una « Teoria delle macchine a gas luce » in una pubblicazione, che conteneva osservazioni teoriche e dati costituenti, nel loro insieme, una sintesi molto chiara del difficile argomento, allo stato in cui esso allora si trovava.

Nel 1890 nella *Revue Universelle des Mines* apparve una breve memoria del Cavalli « Sur l'echange de calorique entre la vapeur et le metal dans les machines à un cilindre » argomento che egli riprese più tardi, e meglio svolse in tutta la sua ampiezza trattando degli svariati casi dei diversi tipi di macchine a vapore.

Pregevoli riuscirono le sue lezioni autografate in meccanica applicata alle macchine, dettate alla Scuola di Roma, dalle quali risulta la cura minuziosa della trattazione scientifica di ogni argomento e la ispirazione tratta sempre dai migliori autori.

Il professor Cavalli ebbe sempre preponderante tendenza allo sviluppo degli studi cinematici, nei quali fu seguace del Reuleaux e del Redtembacker, più nel campo teorico che in quello applicativo.

Verso il 1891 guadagnò il concorso di insegnante ordinario di meccanica applicata alle macchine della R. Scuola degli Ingegneri di Napoli, ove con molto onore ebbe a sostenere varii incarichi, destando sempre rispetto ed ammirazione nei colleghi e nei discepoli per la vasta sua cultura.

Chi lo coadiuvò per vari anni nell'insegnamento, e, chi ebbe occasione di ascoltare le sue lezioni, potè apprezzare quanto il suo metodo riuscisse efficace.

Egli con la parola chiara e posata sapeva imprimere nella mente dell'allievo quei concetti fondamentali, e così importanti, che debbono formare la base essenziale della meccanica applicata alle macchine e che, quando siano integrati da efficaci nozioni per le pratiche applicazioni, tanta padronanza danno all'ingegnere nel vasto campo di tale scienza.

A Napoli, dopo il 1891, per quanto gravi interessi particolari gli creassero preoccupazioni da non lasciargli quella calma completa, di cui aveva bisogno pei suoi studii, il professor Cavalli pubblicò i seguenti lavori:

« Intorno all'equilibrio delle forme elastiche piane o leggermente sagomate ». — « Contribuzione alla teoria dell'equilibrio delle piastre elastiche ». — e « Intorno alla resistenza dei tubi assoggettati a notevoli pressioni interne ».

Coi primi due lavori egli volle come scrive « stabilire in maniera, relativamente più semplice i risultati a cui erano pervenuti con procedimenti molto laboriosi gli insigni geometri: Poisson, Lagrange, Maier, e Kirchoff ».

Con la terza pubblicazione volle esaminare i risultati ottenuti principalmente dal Bach ed illustrarne la teoria relativa.

All'Accademia delle scienze Fisiche e Matematiche di Napoli presentò nel 1899 una memoria con lo scopo di compendiare le teorie di Hamilton ed Eulero circa « Le figure reciproche e la trasformazione quadratica nella cinematica ».

Pubblicò poi i lavori seguenti di maggior mole e che segnano l'ultimo periodo della sua attività scientifica, spezzatasi con la immatura sua fine.

1.° « Intorno agli attriti ed agli olii lubrificanti ».

2.° « Elementi di Cinematica Teorica ».

3.° « Strutture di cemento armato » (Premiato dal R. Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti - Premio Kramer).

4.° « Elementi di meccanica applicata alle macchine ».

5.° Teoria dei motori a scoppio ».

Gli ultimi lavori del professor Cavalli mostrano quel vantaggioso processo di sintesi, che la sua mente di scienziato andava facendo a prò dell'insegnamento; che egli, tutto dedito agli studii ed alla scuola, con la più amorevola cura impartiva.

Il lavoro sulle « Strutture di cemento armato », se non soddisfa talvolta il semplice costruttore è di guida vantaggiosa per l'Ingegnere che dell'argomento vuol darsi netta ragione.

Gli « Elementi di meccanica applicata alle macchine », che egli sognava di redigere da molti anni, ed intorno ai quali fece studio lento e rigoroso, nella loro stessa ossatura mostrano come essi siano il frutto di un lungo concepimento, tendente ad integrare nel campo oggi sempre più vasto della meccanica applicata alle macchine, quanto di più utile si possa presentare al giovane ingegnere.

Il Professor Cavalli così inizia il suo libro:

« Col tener dietro al progresso della Meccanica applicata alle macchine, da anni ho avuto il desiderio di fare questo libro, nel quale trovasi ora raccolto e ordinato il meglio che ne è stato pensato. Io confido che esso risponda agli attuali bisogni della istruzione politecnica, tanto più che ha pure di mira di contribuire, sebbene in proporzione modesta, allo svolgimento di cose nuove ».

Non si deve qui dire dell'opera dell'insigne maestro ma, certo, rimarrà di lui ai giovani ingegneri, fra l'altro, prezioso contributo per la loro cultura, il suo libro, oggi che tante incertezze assediano in ogni paese, l'istruzione tecnica per mantenerla nei più giusti ed utili confini.

I colleghi non possono che ammirare la direttiva costante ed il carattere rigoroso degli studii del professor Cavalli, che tanto ha onorato l'insegnamento tecnico superiore italiano.

Il vuoto che egli lascia nel campo scientifico non facilmente si ricolma, poichè fu maestro esimio e consigliere saggio e sagace nello studio delle quistioni complesse, che al suo insegnamento si rannodavano.

L'ultimo suo lavoro sui motori a scoppio, mentre conferma il suo metodo di ricerca sagace e di esposizione corretta è coefficiente valevole del suo alto sapere scientifico.

Morto a soli 59 anni si è perduta, col professor Cavalli una intelligenza, la quale ora più che mai doveva continuare a dare contributo valevolissimo ed autorevole allo insegnamento politecnico italiano.

La devozione, che mai venne meno in chi visse per parecchi anni con lui assistendolo, nello insegnamento, nella scuola di applicazione degl'Ingegneri di Napoli, deve da solo dire dell'ammirazione che egli seppe sempre suscitare per la sua alta intelligenza.

Ing. Prof. S. Ragno.

Napoli, giugno 1911.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, Gerente.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 15 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Agosto 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in 8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: **Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2**
AMMINISTRAZIONE: **Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22**

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

SOPRA I GIACIMENTI DI PETROLIO

Ing. DIOFEBO NEGROTTI

Avviene talvolta che nelle trivellazioni che si fanno per ricercare il petrolio le sonde più produttive si iniziano con getti salienti di questo liquido accompagnato da vapori e gaz in grande quantità.

Nei giacimenti di Bakou di tali pozzi zampillanti ve ne sono stati alcuni che hanno durato sino a parecchi mesi. Il più delle volte però la durata di questi zampilli si è limitata a qualche giornata, ed anche a poche ore, e, sovente, a pochi minuti.

Classica è stata l'eruzione del pozzo Droojba descritto dal sig. Ch. Marvin che vi ha assistito (1). L'altezza del getto ha raggiunto i 90 metri effluendo da un tubo di 10 pollici. La pressione del liquido all'orifizio è stata trovata di 15 kg. per cmq.

In questa località di Bakou si sono verificati gli incendi più violenti. E ciò è accaduto non ostante le precauzioni prese, principale tra le quali è stata quella di somministrare il vapore alle motrici dei derrick mediante lunghe tubazioni partenti da impianti centrali di caldaie situate assai lontano dai pozzi.

Sembra che la causa di questi incendi non sia stata bene accertata.

Si è supposto che essi siano occasionati da uno strato di arenaria silicea che trovasi nel sottosuolo della regione. La forza eruttiva della fontana di petrolio ne strappa dei pezzi, i quali,

---

(1) A. RICHE et G. HALPHEN, *Le Petrole*.

urtando contro gli utensili di ferro, provocano delle scintille che inflammano gli idrocarburi. I giacimenti di petrolio della plaga del Caucaso fanno parte di stratificazioni appartenenti a terreni terziari e costituite di argille, di marne, di grès, di sabbie e di calcari dove, probabilmente, possono rinvenirsi delle arenarie a grana silicea. Anche il cozzo delle aste di ferro, spinte fuori violentemente dall'erompere improvviso del gaz nell'interno della sonda, può dar luogo a scintille.

Molto sovente si nota la presenza dell'acqua salata insieme al petrolio e al gaz. Anzi in certe località — come ad esempio a Salsomaggiore — l'acqua salata costituisce la parte prevalente del prodotto della sonda, e i pratici ritengono che la comparsa dell'acqua nel pozzo sia indizio piuttosto di povertà che di ricchezza di petrolio.

Per spiegare i pozzi zampillanti i tecnici ammettono che la colonna dei tubi penetri nella parte inferiore di una cavità inclinata detta *tasca*, nella quale si raccolgono, sovrapposti per ordine di densità, l'acqua salata, il petrolio e il gaz. In virtù della forza d'espansione di quest'ultimo, il liquido sottostante — appena gli si presenta una via d'uscita — rimonta per la canna del pozzo, e, se la pressione è sufficiente, viene a spandersi esteriormente sotto forma di zampillo. Il fenomeno dura fino a tanto che la pressione medesima è bastevole a spingere il liquido più in alto dell'orifizio della sonda. Dopo l'estrazione del petrolio si fa colla pompa.

È appunto sulla attendibilità di questa ipotesi, che già da qualche tempo, se non erro, tecnici e geologi hanno ammessa, che verte lo studio che io presento, fondato sopra dati che ho potuto raccogliere.

Data la mia poca, anzi nessuna competenza in materia, dichiaro subito che a tale studio sono stato condotto dall'esame di questioni delle quali ho dovuto occuparmi per ragioni professionali, e, se oso di presentarlo al pubblico, lo faccio soltanto per porre la questione e senza la pretesa di volere dare una migliore e più confacente interpretazione del fenomeno stesso.

In questo studio ho ricorso al sussidio del calcolo applicandolo ai fatti osservati, e, per quanto mi consta, nessuno, fino ad ora, ha tentato una tale indagine.

I dati raccolti sono i seguenti:

1.° Nell'estate dell'anno 1903 è avvenuta una improvvisa eruzione in un pozzo petrolifero della miniera di M... e che, disgrazia-

Per questi motivi, e anche perchè se si tratta di solventi che sono alla loro volta soluzioni di sostanze diverse — come l'acqua salata — la solubilità del gaz in essi viene diminuita, debbo ritenere, nell'esempio di calcolo che ho svolto, che la quantità di metano che effettivamente si trova sciolta nei 100 mc. d'acqua salata alla pressione di 240 atm. è, senza dubbio, inferiore a quella che ho stimata, motivo per cui l'abbassamento di temperatura è certamente minore di quello calcolato, cioè di 14° centig.

∴

La terza questione che ho dovuto trattare riguarda la velocità iniziale impressa ai corpi che vengono staccati, per forza di pressione, dal fondo del pozzo e lanciati fuori della bocca di questo. Questa ricerca tende ad indagare, per altra via affatto diversa della precedente, il valore della pressione dominante nel giacimento petrolifero in base al secondo fatto osservato.

Data la non grande distanza che intercede tra il pozzo, ove è avvenuta l'eruzione, e l'altro che porta il numero 2, e tenuto conto che la profondità di quest'ultimo era di 314 metri, e quindi poco diversa dal primo, ne consegue che una concordanza nei risultati deve conferire un maggior grado di fiducia al valore della pressione sopra calcolato.

L'equazione del movimento di un grave lanciato verticalmente in alto in un mezzo resistente è

$$\frac{dv}{dt} = -g - f(v)$$

nella quale v è la velocità alla fine del tempo t, g l'accelerazione dovuta alla gravità e $f(v)$ l'espressione della resistenza del mezzo riferita all'unità di massa.

Ricordando ora che

$$v = \frac{dx}{dt},$$

ove x è lo spazio percorso contato dall'origine e scelta in modo tale che per $t = 0$ sia $x = 0$, la precedente equazione diventa:

$$v\frac{dv}{dx} = -g - f(v).$$

Separando le variabili ed integrando si ricava:

$$t = \text{costante} - \int \frac{dv}{g + f(v)}$$

$$x = \text{costante} - \int \frac{v\,dv}{g + f(v)}.$$

Per la $f(v)$ assumo la forma

$$f(v) = qv^2$$

ove (1)

$$q = \frac{\pi\,\delta\,a^2}{16 \cdot p}$$

e nella quale

π è il solito rapporto della circonferenza al diametro 3.1415·

δ la densità dell'aria ritenuta di kg. 1.2083 per mc. a circa 18° centig.,

p il peso del projetto uguale a kg. 0,1,

a diametro del projetto.

La formola riguarda effettivamente projetti sferici, ma nel caso cui trattasi, il projetto non è tale. Siccome però trattasi di calcoli affatto approssimativi io ho ritenuto il projetto di forma cubica e con a indico il lato del cubo.

Poichè nell'interno del pozzo vi si rinviene del gaz, oltre l'aria, così per δ assumo la media

$$\frac{1.2083 + 0.7443}{2} = 0.9763 \backsim = 1.$$

Indico con σ il peso dell'arenaria che compone il projetto. Assumo $\sigma = 2500$ kg. onde:

$$p = \sigma\,a^3$$
$$0.1 = 2500 \,.\, a^3$$
$$a = \text{metri } 0.0342.$$

Facendo le opportune sostituzioni nella formola che dà q si ha:

$$q = 0.002296.$$

Determino le costanti d'integrazione in guisa che per $t = 0$ si

(1) Siacci, *Balistica.*

tamente, ha tolto la vita a diverse persone. Nelle prove testimoniali raccolte si è potuto stabilire che l'eruzione è incominciata alle ore 17 circa e si è manifestata colla comparsa di una colonna liquida fangosa effluente dalla bocca del pozzo, colonna che si è elevata mano mano rapidamente fino a raggiungere quasi l'altezza del derrick, cioè 15 metri circa. Poco dopo è accaduta l'esplosione e l'incendio del derrick medesimo. La perforazione aveva raggiunto la profondità di metri 325 e il diametro interno del pozzo variava, un po' superiormente ai 180 metri dal fondo, da 5 a 6 pollici.

L'altezza del cantiere sul livello del mare è di 300 metri.

2.º Successivamente a questo disgraziato evento ho saputo dal direttore della miniera che durante la perforazione di altro pozzo, segnato col numero 2, si è staccato un pezzo d'arenaria, del peso di un ettogrammo circa, dal fondo del pozzo, il quale pezzo, avente la maggiore dimensione di 5 centimetri all'incirca, è stato spinto dalla pressione del gaz fino contro al tetto del derrick, cioè ad un'altezza di 18 metri sul suolo. La profondità del pozzo numero 2 era di metri 314 approssimativamente.

Oltre questi dati giova ricordare, a maggiore schiarimento della discussione che vado ad intraprendere, alcune notizie sopra la miscela dei gaz che accompagna il petrolio, in quanto che essa trae, con molta probabilità, origine dal petrolio medesimo, oppure con questo ha verosimilmente comune la provenienza.

Quale sia l'origine dei gaz e del petrolio (1) non è cosa ancora bene stabilita. Basta riflettere che trattasi di una questione che si agita da oltre un secolo.

Le teorie che si contendono il predominio ora sono due: l'origine inorganica che si appoggia all'azione dell'acqua sopra i carburi metallici, la cui presenza nelle parti profonde della crosta terrestre — quantunque scientificamente ammissibile — non sembra essere stata ancora accertata; l'origine organica che si sdoppia in vegetale — ormai abbandonata da tutti i geologi — e in animale.

Il principale argomento di questa risiede nella nota esperienza di Engler, il quale mediante la distillazione secca dell'olio di pesce, ha ottenuto un miscuglio di idrocarburi simili al petrolio.

In base all'origine organica animale il petrolio si è prodotto

(1) Dante Pantanelli, *Le origini del Petrolio,* 1906.

dove viene raccolto, o ivi è pervenuto da altri luoghi per secrezione o per distillazione naturale e con esso i gaz che l'accompagnano.

La composizione di questi gaz per quantità e qualità varia assai da località a località e, ritengo, anche nella stessa località, ove scaturiscono, col tempo.

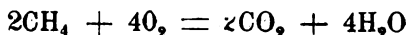
La miscela contiene generalmente l'idrogeno (H), il metano (CH_4), l'etilene (C_2H_4), l'ossido di carbonio (CO), l'anidride carbonica (CO_2), l'ossigeno (O), l'azoto (N), l'acido solfidrico (H_2S), ecc.

Il metano prevale quasi sempre nella miscela.

Esso è il cosidetto *gaz delle paludi*, *gaz delle miniere*, *l'aria infiammabile* che scaturisce in molti luoghi dell'Appennino Emiliano, della Persia, della Cina, del Caucaso, ecc. È un gaz incoloro, inodoro, insipido, che brucia con fiamma non molto luminosa. Ha il peso specifico di 0.5576 rispetto all'aria, e un litro a 0° centig. e a 760 mm. pesa grammi 0.71558. I suoi punti critici sono alla temperatura di — 99°,5 centig. e alla pressione di 50 atmosfere. È solubile nell'acqua nella proporzione di volumi 5.449 sopra 100 volumi di solvente a 0° e a 760 mm. Anzi il coefficiente di assorbimento determinato da Carius (1) in funzione della temperatura θ è, nell'acqua:

$$C = 0.05449 - 0.0011807 . \theta + 0.000010278 . \theta^2 .$$

Mescolato coll'aria nelle proporzioni in volume di 1 di metano con 9,5 di aria forma la miscela esplosiva di massimo effetto dinamico colla reazione

$$2CH_4 + 4O_2 = 2CO_2 + 4H_2O$$

che ha luogo in presenza di un corpo in ignizione e produce una pressione istantanea di 16.34 atmosfere (Berthelot e Vielle).

L'altro gaz importante è l'etilene o *gaz olefacente*. Esso è un idrocarburo più leggiero dell'aria essendo il suo peso specifico di 0.969. Ha odore etereo, è facilmente coercibile perchè, secondo Dewar, i suoi punti critici sono alla temperatura di 10°,1 centigradi e 51 atmosfere. Non è molto solubile nell'acqua.

L'ossido di carbonio, l'ossigeno, l'acido solfidrico compaiono nella miscela in quantità percentuali minime. L'anidride carbonica

---

(1) GUARESCHI, *Enciclopedia Chimica*.

vi compare in proporzioni variabili da 0.20 % a 4.60 %, l'idrogeno fino al 22.50 % e l'azoto fino al 7.50 %.

I signori Fouquet e Gorgeix (1) hanno analizzato il gaz di parecchie emanazioni naturali che si trovano nella regione Emiliana e vi hanno riscontrato principalmente la presenza del metano nella ragione da 96.61 % a 98.93 %, dell'azoto da 0.59 % a 2.01 %, dell'anidride carbonica da 0.48 % a 1.75 %, e soltanto a Sassuno hanno constatata la presenza dell'etano. Infatti la composizione del gaz che si sviluppa naturalmente a Sassuno è stata rilevata come segue:

Metano 80.60 %, etano 17.87 %, anidride carbonica 1.14 %, azoto 0.39 %.

Nelle esploatazioni di miniere petroleifere ed anche nelle sonde di acqua salata, oltre i gaz predetti, effluiscono dalla bocca del pozzo dei vapori di etere di petrolio, di benzina, ecc., i quali essendo più pesanti dell'aria cadono verso il suolo come avviene per l'anidride carbonica.

Premesse queste notizie debbo avvertire che per l'istituzione dei calcoli che seguono ho dovuto assumere una composizione media della miscela dei gaz che emanano dalle sonde desumendola dalle molte tabelle che si hanno sparse nelle varie riviste e pubblicazioni fatte a tutt'oggi. Tale composizione media mi risulta del peso specifico di 0.643.

∴

La prima questione che ho trattato è la seguente:

« Calcolare la pressione esistente al fondo della sonda nell'istante in cui la colonna liquida fangosa ha raggiunta l'altezza di 15 metri ».

Nella formola del prof. Cappa relativa all'altezza raggiunta dai getti di fontana

$$h_1 = 0.93 \,.\, h - 0.007 \,.\, h^2$$

e valida purchè h non sia $>$ di 50 metri, posto $h_1 = 15$ metri, si ricava: $h = 19$ metri in cifra tonda.

La velocità d'efflusso v_2 è:

$$v_2 = \sqrt{2\,g\,h} = \text{metri } 19.31$$

---

(1) E. Camerana, *L'Industrie des Hidrocarbures en Italie*, 1907.

e la portata Q del getto erompente dalla sonda è pure:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} v_2 = \omega v_2 = \text{mc. } 0.2764$$

ove D è il diametro medio del pozzo uguale a metri 0.135.

Rimane ora a calcolare la perdita per attrito.

In via affatto approssimativa trattandosi di liquidi torbidi ho assunto per il coefficiente d'attrito un valore doppio (1) di quello segnato per i tubi di conduttura d'acqua in servizio corrente e così:

$$\beta = 2 \left(0.00164 + \frac{0.000042}{D} \right) = 0.0039$$

quindi, denominata h^1 la perdita per attrito, si ottiene:

$$h^1 = 0.0039 \frac{L\, Q^2}{D^5} = \text{metri } 2153$$

ove $L = 325$ metri è la profondità del pozzo.

È chiaro che se il diametro della sonda fosse stato, ad esempio, più grande la perdita di carico per attrito sarebbe stata minore e l'eruzione sarebbe riuscita più violenta. Resta così accertata l'influenza del diametro dei tubi impiegati nella perforazione sulla forza delle eruzioni che avvengono nei pozzi petroliferi.

Tenendo conto della pressione statica della colonna liquida riempiente il pozzo e della pressione atmosferica, il valore approssimativo della pressione esistente al fondo di quello, espresso in atmosfere, vale:

$$\frac{19 + 2153 + 325 + 9.958}{10.33} = 242 \text{ circa.}$$

Questo calcolo suppone che il peso specifico della colonna liquida fangosa sia 1000. Probabilmente era superiore a tale valore. Ad ogni modo data la grossolana approssimazione di questi calcoli assumo in cifra tonda 240 atmosfere. Sono pervenuto alla pressione esterna di metri 9.958 d'acqua coi dati gentilmente fornitimi dall'Osservatorio annesso al Collegio Alberoni, e relativi al giorno in cui è avvenuta l'eruzione applicando la formola

$$d = 18405 \left(1 + \frac{\theta_B + \theta_b}{500} \right) (1 + 0.00255 \cos 2\varphi) \log \frac{B}{b}$$

(1) C. Colombo, *Manuale dell'Ingegnere.*

nella quale d è la differenza di livello tra le due stazioni, che è nota, θ_B e θ_b le temperature medie misurate nelle stazioni stesse, φ la latitudine geografica, B e b le altezze barometriche essendo nota la prima alla quale sono state fatte le correzioni di ridurre a zero la temperatura del mercurio, di tenere conto dell'influenza della dilatazione della scala, di aggiungere la depressione capillare.

Così ho trovato $b =$ mm. 733, ed in atmosfere uguale a 0.964.

Denominando p_1 e p_2 le pressioni effettive in kg. per mq. al fondo del pozzo e alla sua bocca si ha:

$$p_1 = 240 \times 10330 = \text{kg. } 2479200 \text{ per mq.}$$
$$p_2 = 0{,}964 \times 10330 = \text{» } 9958{,}12 \text{ »}$$

Il loro rapporto vale:

$$\frac{p_2}{p_1} = 0.00401.$$

∴

La seconda questione riguarda l'attendibilità dell'ipotesi relativa all'esistenza delle *tasche* dette anche *borse di petrolio*, o, per essere più preciso, all'esistenza di siffatta forma di giacimento petrolifero.

Dico P il peso del gaz contenuto nella parte superiore della tasca, u_1 il suo volume, δ_1 la sua densità o peso dell'unità di volume e infine p_1 la pressione cui è sottoposto. Similmente siano u_2 e δ_2 il volume e la densità che lo stesso peso P di gaz viene ad assumere alla pressione esterna p_2 in causa della penetrazione nella parte inferiore della tasca medesima di una sonda.

Evidentemente si ha:

$$P = u_1 \, \delta_1 = u_2 \, \delta_2.$$

Poichè la rapidissima espansione del gaz dal volume u_1 al volume u_2, durante l'eruzione, non può avvenire che approssimativamente per trasformazione adiabatica ne segue che:

$$p_1 \, \delta_2^{\gamma} = p_2 \, \delta_1^{\gamma}$$

ove γ è il rapporto del calorico specifico c_p a pressione costante al calorico specifico c^u a volume costante.

Come d'uso ho assunto per γ il valore 1.41 quantunque per i gaz

che accompagnano il petrolio sia un poco diverso. Così, per esempio, per il metano si ha:

$$c_p = 0.5929 : c_u = 0.4507 : \gamma = 1.316.$$

Dalle due relazioni soprascritte ricavo:

$$\delta_1 = \delta_2 \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}}.$$

Ora il peso di un mc. d'aria secca a 0° e 760 mm. è di kg. 1.293; alla pressione, temperatura e umidità relativa dominanti al cantiere nel giorno dell'eruzione esso si riduce a kg. 1.1568, quindi:

$$\delta_2 = 1.1568 \times 0.643 = \text{kg. } 0.744.$$

Eseguendo le sostituzioni si ottiene:

$$\delta_1 = 0.744 \left(\frac{240}{0.964}\right)^{\frac{100}{141}} = \text{kg. } 37{,}25$$

onde:

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{\delta_1}{\delta_2} = 50.$$

Così, ad esempio, il gaz contenuto in una cavità sotterranea di mc. 8, ossia di m. 2 × 2 × 2, sotto alla pressione di 240 atmosfere, sarebbe bastato — espandendosi adiabaticamente sino alla pressione esterna — per riempire l'intera capacità del derrick, che è stata valutata in mc. 400.

Siano θ_2 la temperatura assoluta esterna, θ_1 la temperatura assoluta del gaz nella tasca è noto che:

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}} = \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{\delta_1}{\delta_2} = 0.004 \times 50 = 0.2.$$

Assunto, per esempio, $\theta_1 = 273^\circ + 20^\circ = 293^\circ$, si ottiene $\theta_2 = 58^\circ{,}6$ ossia una temperatura di 214°,4 sotto allo zero del ghiaccio fondente; e, per contrario, assunto $\theta_2 = 273^\circ + 20^\circ = 293^\circ$ si ha $\theta_1 = 1465^\circ$, ossia 1192° centig. sopra lo zero medesimo.

Tali risultati sono semplicemente assurdi.

Il petrolio fornito dalle sonde, sia per eruzione — ben inteso, senza incendio — sia per pompamento, ha una temperatura che si aggira dai 20° ai 30° centig. Questa circostanza di fatto contraddice tanto al presupposto che la temperatura del gaz nella

cavità sotterranea sia, ad esempio, di 1192° e si riduca a 20° per effetto della espansione adiabatica, quanto all'altro presupposto che la temperatura del gaz nella cavità medesima sia, ad esempio, di 20° e si riduca a —214°, perchè nel primo caso la colonna dei tubi di ferro, avendo una conducibilità termica assai superiore a quella delle roccie, dovrebbe assumere nel suo estremo superiore una temperatura assai alta, per quanto minore di quella a cui sarebbe sottoposta l'estremità inferiore: e, nel secondo caso — rimossa ogni causa d'incendio — il gaz dovrebbe uscire all'aperto talmente raffreddato che, data la notevole quantità espulsa, dovrebbe refrigerare lo spazio all'ingiro del pozzo per un raggio assai grande.

Ora nè l'uno nè l'altro di questi due fatti avvengono per giustificare l'ipotesi di una ingente quantità di gaz compresso a forte pressione nelle viscere nella miniera.

Ma allora sorge la domanda: come si può spiegare la forte pressione sotterranea in relazione alla temperatura che ha il petrolio all'uscita del pozzo?

Per l'intelligenza della spiegazione che espongo — senza alcuna pretesa che sia proprio quella da accettarsi — richiamo alcune notizie sulla composizione dei petroli.

I petroli sono principalmente costituiti da idrocarburi: tuttavia, ancorchè in quantità piccole, parecchie specie di petroli contengono composti solforati, azotati e ossigenati in proporzioni però variabilissime. Gli idrocarburi appartengono a diverse serie e così:

1.° Alla serie rappresentata dalla formola generale $C_n H_{2n+2}$ detta anche serie del metano, o serie delle paraffine.

In queste serie il metano ($C H_4$); l'etano ($C_2 H_6$); il propano ($C_3 H_8$) sono gassosi; il butano ($C_4 H_{10}$) ha il punto di ebollizione a un grado; il pentano ($C_5 H_{12}$) lo ha a 20° centig.; l'isopentano ($C_5 H_{12}$), isomero del pentano, lo ha a 30° centig.; e gli altri hanno il punto di ebollizione che va sempre più elevandosi sino a che dagli idrocarburi liquidi si passa a quelli solidi e così fino all'ecrile che ha il punto di ebollizione a 370°.

2.° Alla serie rappresentata dalla formola generale $C_n H_{2n}$ che si suddivide in serie non satura, ossia in serie dell'etilene, ed in serie satura, o serie dei nafteni, serie entrambe isomere fra loro.

In questa serie sono gassosi l'etilene ($C_2 H_4$) e il propilene ($C_3 H_6$); il butilene ($C_4 H_8$) ha il punto di ebollizione a 3° centig.; l'amilene ($C_5 H_{10}$) a 35°, e così via il punto di ebollizione va

sempre più elevandosi nella serie quanto più complessa è la costituzione molecolare dell'idrocarburo.

3.° Alla serie acetilenica $C_n H_{2n-2}$ i cui idrocarburi sono liquidi, meno l'acetilene ($C_2 H_2$).

4.° Alla serie aromatica.

Tutti gli idrocarburi poi il cui punto di ebollizione è basso, per esempio, al disotto dei 70°, sviluppano notevoli quantità di vapori i quali, come ho già fatto notare, sono più pesanti dell'aria, e con questa formano pure delle miscele esplosive tanto è vero che la benzina, allo stato di vapore, è usata nei motori a scoppio applicati alle vetture automotrici, e che non è atto prudente quello di avvicinarsi con un lume ad un recipiente aperto pieno esso pure di benzina.

Da quanto ho esposto rilevasi come alla temperatura media ordinaria e alla pressione normale gli idrocarburi delle serie suaccennate sono, per la maggior parte, allo stato liquido.

Di quelli che sono allo stato gassoso ho già accennato al metano e all'etilene parlando della composizione del gaz che si svolge dalle sorgenti naturali.

Riguardo agli altri gaz debbo avvertire che l'etano ha i punti critici (1) alla temperatura di 4° centig. e alla pressione di 46 atmosfere, ed è quasi insolubile nell'acqua; che l'acetilene ha i punti critici a 37° centig. e a 68 atmosfere; che il propilene a —140° non è ancor liquido, ma è molto solubile nell'acqua a 0° e a 760 mm. nella ragione di 44 volumi sopra 100 di solvente, e a 15° nella ragione di 23 a 100.

Come ho già avuto occasione di ricordare, il petrolio esce dalla sonda con una temperatura che è all'incirca di 25 centg. Nel caso di cui trattasi, essendo la pressione sotterranea di 240 atmosfere, vi è ragione di credere che — fatta eccezione di qualcuno degli idrocarburi gassosi sopra menzionati, come l'acetilene, il quale potrà esistere nel giacimento allo stato liquido, — gli altri vi si troveranno disciolti, e, particolarmente, saranno disciolti nell'acqua in proporzione del rispettivo coefficiente di solubilità alla temperatura e pressione dominanti.

È noto infatti che a temperatura costante una quantità determinata di un liquido, che si trovi in presenza di un dato gaz, ne scioglie una massa proporzionale alla pressione che da esso

(1) Ritter, *Chimica.*

riceve (1), e che se trattasi invece di un miscuglio gassoso, il liquido assorbe tanto di ciascun gaz quanto ne assorbirebbe se questo occupasse da solo tutto lo spazio concesso al miscuglio. È noto poi ancora che il gaz tenuto in soluzione da una determinata quantità di un liquido a temperatura costante, avendo una massa proporzionale alla pressione che esso esercita, assumerà costantemente lo stesso volume quando sia messo in libertà e misurato alla pressione medesima.

Segue da ciò che volendo solo approssimare l'entità di queste soluzioni di gaz nell'acqua, alla profondità di 325 metri e alla pressione di 240 atmosfere e temperatura di 20° centig., si trova che in ogni volume di solvente vi saranno disciolti circa 7 volumi di metano, e in proporzioni minori gli altri idrocarburi gassosi, fatta eccezione del propilene.

Ora mi sembra che nulla si opponga ad una ipotesi la quale ritenga che gli idrocarburi liquidi e l'acqua salata riempiano tutti i meati di una stratificazione permeabile sottoposta ad altra impermeabile, come — ad esempio — sarebbe l'argilla, sovrapponendosi, secondo la rispettiva densità, gli idrocarburi all'acqua stessa, e che in questa si trovino disciolti gli idrocarburi che per condizioni d'ambiente rimangono allo stato gassoso, come il metano.

Dato questo, e tenuto conto che anche gli idrocarburi liquidi, in causa della grande pressione, hanno il rispettivo punto di ebollizione assai più elevato di quello che compete alla pressione ordinaria, si può facilmente immaginare che cosa succederà quando in un punto della stratificazione impermeabile sovraincombente si venga lentamente a diminuire la resistenza per effetto di una trivellazione.

In quel punto venendo meno la resistenza, il metano e gli altri gaz cominceranno a forzare il passaggio e apparire nell'interno del pozzo, come semplici emanazioni.

Poscia, in progresso di lavoro, le emanazioni si trasformeranno in getti, e i gaz — nell'attraversare la zona petrolifera sovrapposta a quella dell'acqua salata — trascineranno seco anche dei vapori di petrolio.

Qui potrà accadere che i gaz, sprigionandosi in poca quantità dal liquido, ed esercitando su questo una forte pressione, lo co-

(1) Roiti, *Elementi di Fisica.*

stringa a filtrare attraverso gli spessori che separano il fondo del pozzo e poca parte della sua superficie cilindrica interna, non ancora rivestita dei tubi, dal giacimento producendo delle frane nell'interno del pozzo stesso, e ciò tanto più se lo strato impermeabile contiene delle argille. Potrà pure avvenire che l'acqua si elevi nell'interno della sonda, e che talvolta si formino nella massa del terreno delle vene di minor resistenza attraverso le quali gaz e liquido facciano irruzione nella sonda medesima sospingendo avanti detriti e, magari, blocchi argillosi formanti dei tappi serrati; potrà accadere che queste vene o passaggi vengano in seguito chiusi, o ristretti, da materiali trasportati dalle correnti gassosa e liquida, e allora si verificheranno nel pozzo degli abbassamenti di pressione, perchè il gaz che avrà occupato la parte di pozzo sottostante ai materiali prima sollevati in alto, sfuggirà lentamente, sicchè i materiali stessi si abbasseranno verso il fondo, insomma si verificheranno tutti quei fatti, o prodromi, che sogliono precedere le eruzioni.

E progredendo nella perforazione — se la pressione sotterranea è forte, e quindi la quantità di gaz disciolti assai grande — si produrrà nel giacimento, in corrispondenza dell'asse del pozzo, un ribollimento di gaz e materiali liquidi e solidi, finchè vinta la resistenza offerta dal diaframma, il giacimento verrà a trovarsi in quel punto improvvisamente sottoposto ad una pressione di gran lunga inferiore a quella che esiste negli altri punti del giacimento medesimo. E allora i gaz si sprigioneranno con immensa rapidità, i punti di ebollizione degli idrocarburi liquidi si troveranno repentinamente e notevolmente abbassati, e quindi una massa ingente di gaz e vapori di petrolio affluiranno verso il pozzo trasportando acqua, petrolio e detriti. Se la pressione è sufficiente in rapporto alla perdita di carico che ha luogo lungo la sonda, la colonna liquida zampillerà dalla sommità di questa. In caso diverso essa raggiungerà una certa altezza nel pozzo, finchè colla sua pressione idrostatica equilibrerà la spinta sotterranea.

È chiaro che nell'eruzione il liquido, che si trova nel giacimento, si comporta come l'acqua della caldaia di una locomotiva; cioè, mentre quella dà il vapore che mano mano va a lavorare nei cilindri, così il liquido stesso fornisce mano mano il gaz che si smaltisce dall'orifizio della sonda.

Ammessa questa spiegazione, o meglio ammesso che il gaz sia disciolto nei liquidi e non accumulato in cavità, un calcolo sem-

plice dà ragione del perchè nell'espansione non ha luogo un forte abbassamento di temperatura, e quindi anche del perchè il petrolio arrivi alla superficie del suolo con una temperatura non superiore ai 25 centigradi, o poco diversa da questa in più od in meno.

Immagino — per fissare le idee — che la sonda abbia raggiunto uno strato permeabile contenente petrolio e acqua, rinchiuso da pareti impermeabili, strato che contenga, per esempio, 100 mc. di acqua a 30° centig. Suppongo che la pressione sia di 240 atmosfere e che il gaz sciolto nell'acqua sia il metano. Astraendo dalla presenza di sali sciolti nell'acqua medesima, ricordo che il coefficiente di solubilità del metano in questa nelle condizioni sopradette d'ambiente è di

$$\text{mc. } 2.832 \times 240 = 679.68 \text{ mc.}$$

sopra 100 mc. di solvente.

In peso l'anzidetto volume di gaz è:

$$P = 679.68 \times 0.71558 \frac{273}{273 + 30} = \text{kg. } 462{,}83.$$

Ciò premesso calcolo la quantità di calorie contenute nei 100 mc. d'acqua.

Ritenendo approssimativamente di 1 kg. il peso di 1 litro d'acqua e il suo calorico specifico uguale ad 1 si ha:

$$Q = \text{kg. } 100000 \times 30^\circ = \text{calorie } 3000000.$$

Calcolo ora la quantità di calore Q^1 assorbito dal gaz nello sprigionarsi dal solvente quando questo viene posto in comunicazione coll'atmosfera.

Il volume occupato inizialmente dal gaz è quello stesso del solvente $u_1 = 100$ mc.: la pressione iniziale è $p_1 =$ kg. 240×10330 $=$ kg. 2479200 per mq., quella finale $p_2 = 0.964 \times 10330 =$ kg. 9958 per mq., il calorifico specifico a volume costante $c_u = 0.4507$, il rapporto $\gamma = 1.316$; la temperatura assoluta iniziale $\theta_1 = 273 + 30^\circ$ $= 303^\circ$, quella finale sia θ_2, si ha:

$$Q^1 = c_u \cdot P\,(\theta_1 - \theta_2) + \frac{p_1 u_1}{425\,(\gamma - 1)}\left(1 - \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}\right)$$

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{\gamma - 1}{\gamma}}.$$

Sostituendo alle lettere i valori che esse rappresentano si ricava:

$$\theta_2 = 303\,(0.00401)^{\frac{316}{1316}} = 80^{\circ}.49$$

$$Q^1 = 0.4507 \times 463\,(303^{\circ} - 80^{\circ},5) + \frac{2479200 \times 100}{425 \times 0\,316}\,(1 - 0.26565)$$

$$= 1401590 \text{ calorie.}$$

Al solvente rimangono ancora

$$3000000 - 1401590 = 1598410 \text{ calorie}$$

motivo per cui la sua temperatura — una volta sprigionato il gaz che teneva disciolto — si riduce a circa 16° centig. L'abbassamento di temperatura è di 14° centigradi.

Concludendo quindi a me pare più soddisfacente l'ipotesi di giacimenti costituiti da strati permeabili imbevuti di petrolio ed acqua sovrapposti per ordine di densità, e sottoposti a strati impermeabili e ritenendo il gaz sciolto nei liquidi stessi, che non l'altra che ammette l'esistenza di masse di gaz libero rinchiuso nella parte superiore di cavità naturali la cui parte inferiore sia occupata dal petrolio e dall'acqua medesima.

Ed ora una breve osservazione. Io ho supposto ancora applicabile in questo calcolo — non ostante la elevata pressione — la legge di Henry, la quale può essere posta sotto quest'altra forma: *una data quantità di liquido a qualsiasi pressione assorbe sempre lo stesso volume di gaz.* Questa legge si verifica molto bene per tutti i gaz poco solubili, i quali si allontanano anche poco dalla legge di Mariotte, ma non so se sia stata verificata per alte pressioni.

Si ritiene che, in questo caso, intervengano delle reazioni chimiche fra il gaz sciolto e il solvente, di modo che la quantità di corpo sciolto deve aumentare più lentamente colla pressione, e pressochè impossibile riesce la determinazione di un coefficiente di assorbimento.

Nemmeno esistono relazioni semplici tra la natura dei solventi e la solubilità dei gaz in essi; e infine Bunsen, per l'acqua e per l'alcool, e Gniewosz e Walfisz pel petrolio, hanno trovato che i coefficienti di assorbimento dei gaz nei diversi solventi non sono fra di loro proporzionali.

SOPRA I GIACIMENTI DI PETROLIO

Ing. DIOFEBO NEGROTTI

Avviene talvolta che nelle trivellazioni che si fanno per ricercare il petrolio le sonde più produttive si iniziano con getti salienti di questo liquido accompagnato da vapori e gaz in grande quantità.

Nei giacimenti di Bakou di tali pozzi zampillanti ve ne sono stati alcuni che hanno durato sino a parecchi mesi. Il più delle volte però la durata di questi zampilli si è limitata a qualche giornata, ed anche a poche ore, e, sovente, a pochi minuti.

Classica è stata l'eruzione del pozzo Droojba descritto dal sig. Ch. Marvin che vi ha assistito (1). L'altezza del getto ha raggiunto i 90 metri effluendo da un tubo di 10 pollici. La pressione del liquido all'orifizio è stata trovata di 15 kg. per cmq.

In questa località di Bakou si sono verificati gli incendi più violenti. E ciò è accaduto non ostante le precauzioni prese, principale tra le quali è stata quella di somministrare il vapore alle motrici dei derrick mediante lunghe tubazioni partenti da impianti centrali di caldaie situate assai lontano dai pozzi.

Sembra che la causa di questi incendi non sia stata bene accertata.

Si è supposto che essi siano occasionati da uno strato di arenaria silicea che trovasi nel sottosuolo della regione. La forza eruttiva della fontana di petrolio ne strappa dei pezzi, i quali,

(1) A. RICHE et G. HALPHEN, *Le Petrole.*

urtando contro gli utensili di ferro, provocano delle scintille che infiammano gli idrocarburi. I giacimenti di petrolio della plaga del Caucaso fanno parte di stratificazioni appartenenti a terreni terziari e costituite di argille, di marne, di grès, di sabbie e di calcari dove, probabilmente, possono rinvenirsi delle arenarie a grana silicea. Anche il cozzo delle aste di ferro, spinte fuori violentemente dall'erompere improvviso del gaz nell'interno della sonda, può dar luogo a scintille.

Molto sovente si nota la presenza dell'acqua salata insieme al petrolio e al gaz. Anzi in certe località — come ad esempio a Salsomaggiore — l'acqua salata costituisce la parte prevalente del prodotto della sonda, e i pratici ritengono che la comparsa dell'acqua nel pozzo sia indizio piuttosto di povertà che di ricchezza di petrolio.

Per spiegare i pozzi zampillanti i tecnici ammettono che la colonna dei tubi penetri nella parte inferiore di una cavità inclinata detta *tasca*, nella quale si raccolgono, sovrapposti per ordine di densità, l'acqua salata, il petrolio e il gaz. In virtù della forza d'espansione di quest'ultimo, il liquido sottostante — appena gli si presenta una via d'uscita — rimonta per la canna del pozzo, e, se la pressione è sufficiente, viene a spandersi esteriormente sotto forma di zampillo. Il fenomeno dura fino a tanto che la pressione medesima è bastevole a spingere il liquido più in alto dell'orifizio della sonda. Dopo l'estrazione del petrolio si fa colla pompa.

È appunto sulla attendibilità di questa ipotesi, che già da qualche tempo, se non erro, tecnici e geologi hanno ammessa, che verte lo studio che io presento, fondato sopra dati che ho potuto raccogliere.

Data la mia poca, anzi nessuna competenza in materia, dichiaro subito che a tale studio sono stato condotto dall'esame di questioni delle quali ho dovuto occuparmi per ragioni professionali, e, se oso di presentarlo al pubblico, lo faccio soltanto per porre la questione e senza la pretesa di volere dare una migliore o più confacente interpretazione del fenomeno stesso.

In questo studio ho ricorso al sussidio del calcolo applicandolo ai fatti osservati, e, per quanto mi consta, nessuno, fino ad ora, ha tentato una tale indagine.

I dati raccolti sono i seguenti:

1.° Nell'estate dell'anno 1903 è avvenuta una improvvisa eruzione in un pozzo petrolifero della miniera di M... e che, disgrazia-

Per questi motivi, e anche perchè se si tratta di solventi che sono alla loro volta soluzioni di sostanze diverse — come l'acqua salata — la solubilità del gaz in essi viene diminuita, debbo ritenere, nell'esempio di calcolo che ho svolto, che la quantità di metano che effettivamente si trova sciolta nei 100 mc. d'acqua salata alla pressione di 240 atm. è, senza dubbio, inferiore a quella che ho stimata, motivo per cui l'abbassamento di temperatura è certamente minore di quello calcolato, cioè di 14° centig.

∴

La terza questione che ho dovuto trattare riguarda la velocità iniziale impressa ai corpi che vengono staccati, per forza di pressione, dal fondo del pozzo e lanciati fuori della bocca di questo. Questa ricerca tende ad indagare, per altra via affatto diversa della precedente, il valore della pressione dominante nel giacimento petrolifero in base al secondo fatto osservato.

Data la non grande distanza che intercede tra il pozzo, ove è avvenuta l'eruzione, e l'altro che porta il numero 2, e tenuto conto che la profondità di quest'ultimo era di 314 metri, e quindi poco diversa dal primó, ne consegue che una concordanza nei risultati deve conferire un maggior grado di fiducia al valore della pressione sopra calcolato.

L'equazione del movimento di un grave lanciato verticalmente in alto in un mezzo resistente è

$$\frac{dv}{dt} = -g - f(v)$$

nella quale v è la velocità alla fine del tempo t, g l'accelerazione dovuta alla gravità e $f(v)$ l'espressione della resistenza del mezzo riferita all'unità di massa.

Ricordando ora che

$$v = \frac{dx}{dt},$$

ove x è lo spazio percorso contato dall'origine e scelta in modo tale che per $t = 0$ sia $x = 0$, la precedente equazione diventa:

$$v\frac{dv}{dx} = -g - f(v).$$

Separando le variabili ed integrando si ricava:

$$t = \text{costante} - \int \frac{dv}{g + f(v)}$$

$$x = \text{costante} - \int \frac{v\,dv}{g + f(v)}.$$

Per la $f(v)$ assumo la forma

$$f(v) = qv^2$$

ove (1)

$$q = \frac{\pi\,\delta\,a^2}{16 . p}$$

e nella quale

π è il solito rapporto della circonferenza al diametro 3.1415·

δ la densità dell'aria ritenuta di kg. 1.2083 per mc. a circa 18° centig.,

p il peso del projetto uguale a kg. 0,1,

a diametro del projetto.

La formola riguarda effettivamente projetti sferici, ma nel caso cui trattasi, il projetto non è tale. Siccome però trattasi di calcoli affatto approssimativi io ho ritenuto il projetto di forma cubica e con a indico il lato del cubo.

Poichè nell'interno del pozzo vi si rinviene del gaz, oltre l'aria, così per δ assumo la media

$$\frac{1.2083 + 0.7443}{2} = 0.9763 \backsim = 1.$$

Indico con σ il peso dell'arenaria che compone il projetto. Assumo $\sigma = 2500$ kg. onde:

$$p = \sigma\,a^3$$
$$0.1 = 2500 . a^3$$
$$a = \text{metri } 0.0342.$$

Facendo le opportune sostituzioni nella formola che dà q si ha:

$$q = 0.002296.$$

Determino le costanti d'integrazione in guisa che per $t = 0$ si

(1) SIACCI, *Balistica.*

abbia $x = 0$ e $v = v_1$ velocità iniziale; le espressioni di t e di x diventano:

$$x = \frac{1}{2q} \log \text{ip} \frac{1 + \frac{q}{g} v_1^2}{1 + \frac{q}{g} v^2}$$

$$t = \frac{1}{\sqrt{g q}} \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{\frac{q}{g}} (v_1 - v)}{1 + \frac{q}{g} v_1 v}.$$

Per $x = L = 314 + 18 =$ metri 332, altezza raggiunta dal projetto, si ha $v = 0$ e quindi:

$$v_1 = \sqrt{\frac{g}{q}\left(e^{2 q L} - 1\right)}.$$

Il tempo impiegato nell'ascesa:

$$T = \frac{1}{\sqrt{g q}} \operatorname{arctg} v_1 \sqrt{\frac{q}{g}}.$$

Facendo le sostituzioni si ha in definitiva:

$$v_1 = \sqrt{\frac{9.806}{0.002296}\left(e^{2 \times 0.002296 \times 332} - 1\right)} = 124 \text{ metri}$$

$$T = \frac{1}{\sqrt{9.806 \times 0.002296}} \operatorname{arctg}\left(124 \sqrt{\frac{0.002296}{9.806}}\right) = 7''.44 \text{ secondi.}$$

Passo ora a calcolare la pressione che ha staccato il projetto dalla roccia e lo ha lanciato fuori del pozzo.

La forza viva consumata dal projetto per raggiungere l'altezza di metri 332 è:

$$\frac{p}{2g} v_1^2 = \frac{0,1}{2 \times 9.806} \overline{124}^2 = \text{Kgm. } 78.4.$$

Oltre a questo lavoro bisogna calcolare l'altro speso per staccare il pezzo di roccia.

A tale scopo è necessario, come ho osservato, calcolare prima lo sforzo di rottura.

Io suppongo che il pezzo che si stacca dalla stratificazione abbia forma cubica, cosa questa che in fatto non avviene, ma che è opportuno di ritenere perchè semplifica il calcolo.

Suppongo pure che la rottura avvenga lungo le quattro faccie

del cubo aderenti alla stratificazione per effetto della pressione del gaz sulla faccia rivolta verso il giacimento.

Basterà che questa pressione raggiunga i $\frac{4}{5}$ del minore dei due sforzi di rottura per trazione e compressione.

Nel caso nostro trattandosi di arenarie piuttosto dure e anche nel riflesso che devo poi calcolare un lavoro minore di quello di rottura, io assumo come sforzo di rottura al taglio la media dei valori limiti (1) di kg. 20 e di kg. 60 per cmq., ossia kg. 40 per cmq., e quindi i $\frac{4}{5}$ di questo sforzo sono kg. 32 per cmq.

In base a tale cifra lo sforzo totale di rottura sulle quattro faccie aderenti del cubo risulta di kg.

$$4 \times \overline{0.0342}^{2} \times 320000 = \text{kg. } 1497.6.$$

Il lavoro di rottura è certamente maggiore del lavoro di deformazione elastica. Ora non avendo modo di calcolare quello, per la difficoltà di valutare lo spazio percorso dalla forza, assumo questo in via di approssimazione.

Esso è:

$$W = \frac{P^2\, l}{2\, A\, E_t}$$

nella quale

P è lo sforzo che cimenta il solido perpendicolarmente alla faccia A;

l la lunghezza del solido cimentato;

E_t il modulo di elasticità per il taglio uguale ai $\frac{2}{5}$ del modulo di elasticità medio che varia da kg. 1000000 a kg. 4000000 per mq. Scelgo $E_t = 1200000$ kg. per mq.

Lo sforzo esercitato dal gaz sulla faccia A non solo è sufficiente a staccare il pezzo di roccia lungo le quattro faccie aderenti, ma imprime altresì al pezzo staccato la forza viva $\frac{p}{2g}\, v_1^2$; ora in questo calcolo io devo assumere per valore di P la parte dello sforzo esercitato dal gaz che basta a staccare il pezzo di roccia in parola e cioè kg. 1497.6 ossia in cifra tonda kg. 1500.

---

(1) Colombo, *Manuale dell'Ingegnere*, ecc. — G. Cariati, id.

Facendo le relative sostituzioni si ha:

$$W = \frac{\overline{1500}^{2} \times 0.0342}{2 \times 0.00117 \times 1200000} = \text{kgm. } 27.4.$$

Il lavoro complessivo ammonta pertanto a kgm. 105.8.

La spinta agisce sopra un cammino di cm. 3.42, percorso il quale il pezzo di roccia si trova libero nel pozzo onde lo sforzo sarà di

$$\frac{105.8}{0.0342} = \text{kg. } 3093$$

e la pressione per cmq.

$$\frac{3093}{11.7} = \text{kg. } 264$$

ossia in atmosfere:

$$\frac{264}{1.033} = \text{atm. } 255.$$

Questa seconda ricerca della pressione sotterranea conduce dunque ad un risultato approssimativamente dello stesso ordine di grandezza del risultato fornito dalla prima ricerca, motivo per cui si è condotti a ritenere attendibile il valore elevato della pressione sotterranea e le conseguenze che, particolarmente, da questo valore ne derivano.

Nel terminare questo breve scritto mi auguro che esso, per quanto contenga indagini e calcoli grossolani, valga a spingere i direttori delle miniere petrolifere a raccogliere e ad annotare i fatti più importanti che si verificano in tal genere di esplorazioni minerarie, perchè essi fatti possono servire di base a ricerche che spero siano non del tutto prive di interesse pratico e scientifico.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il forno elettrico nell'industria del ferro e dell'acciaio [1].

Le applicazioni del forno elettrico nell'industria del ferro e dell'acciaio si possono suddividere in due gruppi principali caratterizzati non tanto dal punto di vista tecnico, quanto e più, da quello economico. Il primo gruppo principale riguarda la installazione in impianti metallurgici esistenti, del forno elettrico per una produzione identica a quella che si otteneva prima coi forni comuni col solo scopo di diminuire il costo di produzione; nel secondo gruppo invece si possono riunire tutte quelle installazioni complementari del forno elettrico destinate a perfezionare i prodotti ed a crearne dei nuovi e comportano conseguentemente un aumento nel costo di produzione.

Dal punto di vista costruttivo non è affatto necessaria questa suddivisione in gruppi in quanto i forni oggi in uso nell'industria metallurgica si prestano perfettamente sia in un caso che nell'altro.

Le qualità principali che si possono oggigiorno attribuire al forno elettrico sono le seguenti: le alte temperature ottenibili col forno elettrico permettono una prolungata eliminazione delle scorie mantenute fluide ed un conseguente più rapido e completo andamento delle reazioni chimiche; col forno elettrico si possono trattare materie prime meno pure ottenendosi tuttavia un prodotto altrettanto buono; l'impiego di corrente elettrica come fonte

(1) Vedi Ing. R. CATANI, *I forni elettrici ad induzione* (*Annali della Soc. Ing. Arch. Italiani*). Ing. V. ENGELHARD, *Der Elektrische Ofen in der Eisen und Stahl. Industrie.*

di calore permette, almeno in alcuni tipi di forni elettrici, di regolare la temperatura del bagno di fusione entro limiti assai ristretti e finalmente i forni elettrici lavorano praticamente senza richiedere ammissione d'aria nè di gas estranei, con pulitura continua del bagno ed una completa eliminazione delle scorie.

Il lavoro di pulitura del bagno richiede un forno costruito in modo da rendere possibili le diverse manovre, con suola sufficientemente ampia in modo d'avere un'abbondante superficie di contatto tra il metallo fuso e lo strato di scoria poichè è appunto lungo questa superficie che si completano le diverse reazioni metallurgiche. In questo senso, il sistema di lavorazione con forni Siemens-Martin ha potuto servire, accoppiato a quello di affinamento con crogiuolo, di modello nella costruzione di forni elettrici, tantochè

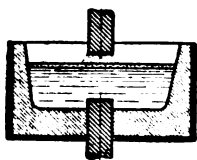



Fig. 1.

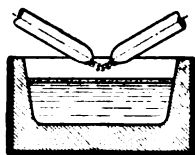



Fig. 2.

questi si possono definire in generale come l'accoppiamento dei due sistemi suaccennati con riscaldamento prodotto mediante energia elettrica.

La differenza sostanziale tra i diversi tipi di forni elettrici sta nel diverso modo di trasformazione dell'elettricità in calore secondo i tre principî ben noti della lampada ad arco, di quella ad incandescenza e del trasformatore per correnti alternate, tipi di forni il cui schema elettrico è rappresentato nelle figure dalla 1 alla 4.

Forni ad elettrodi. — Il principio sul quale sono basati i forni (fig. 1 e 2) è quello della lampada ad arco; essi vengono chiamati, appunto per questo, forni ad arco elettrico e si suddividono alla loro volta in due sottogruppi. Nel primo gruppo (forni Héroult e Girod) l'arco si forma fra uno o più elettrodi, ed il bagno di metallo, rappresentando quest'ultimo un polo dell'arco, risulta sempre inserito come resistenza totale o parziale, tanto ridotta da poter essere trascurata dal punto di vista della sua azione elettrotermica.

Nel secondo gruppo dei forni ad arco, forni Stassano, il riscaldamento del bagno si effettua per via indiretta attraverso uno

strato d'aria portato ad altissima temperatura dall'arco elettrico. Per tutti i forni ad arco, si possono fissare come caratteristiche comuni ai due gruppi:

a) non si verifica una notevole azione elettrotermica per effetto della resistenza del bagno;

b) il bagno viene quindi quasi esclusivamente riscaldato da uno o più punti ad altissima temperatura disposti alla superficie del bagno stesso, il che equivale a dire che ha luogo una vera e propria trasmissione di calore;

c) sono indispensabili degli elettrodi di carbone i quali, per la resistenza propria e per il raffreddamento necessario nei punti di immissione, richiedono per sè una certa quantità di energia.

Il principio elettrico che caratterizza il forno rappresentato

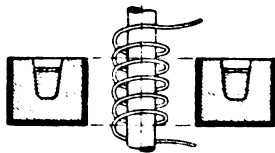



Fig. 3. Fig. 4.

nella fig. 3, è quello stesso della lampada ad incandescenza; il bagno metallico convenientemente suddiviso in tanti canali di materiale refrattario, può essere portato all'incandescenza ed alla fusione per inserzione diretta in un circuito elettrico. Epperò questo tipo di forno non ha trovato finora in pratica che applicazioni poco numerose.

Il quarto ed ultimo gruppo (fig. 4) comprende i forni a resistenza indiretta e trova richiamo in un comune trasformatore per correnti alternate con avvolgimento secondario unico, chiuso in corto circuito su sè stesso in modo che le correnti indotte determinino il riscaldamento e la fusione del bagno.

I più noti forni ad induzione basati su questo principio, sono quelli di Kjellin e di Röchling-Rodenhauser e presentano le seguenti caratteristiche:

a) L'energia elettrica viene trasformata in calore attraverso resistenze.

b) Il riscaldamento del bagno di metallo non si trasmette dalla superficie, ma è uniforme in tutta la sezione del bagno stesso.

c) La corrente viene trasmessa al bagno per induzione e quindi non sono necessari gli elettrodi.

Per i forni di ambedue i gruppi viene impiegata la corrente alternata monofase che in molti casi può essere derivata dalla rete stessa di distribuzione.

*
* *

I due tipi più noti di forni ad arco diretto sono, come si è visto, quelli di Héroult e di Girot; il primo rappresentato nelle figure 5 e 6 è costituito da un bacino in materiale refrattario

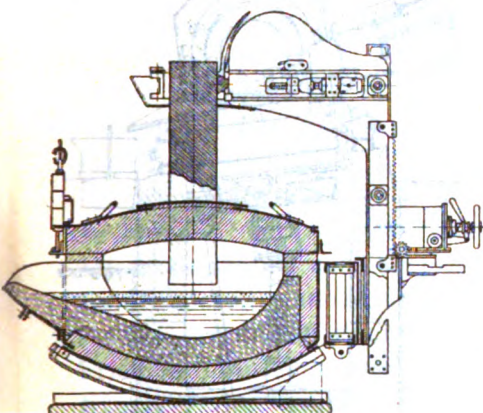
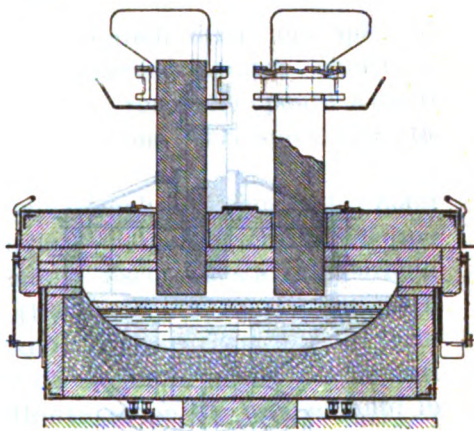



Fig. 5. Fig. 6.

convenientemente rinforzato, con suola basica nel quale immettono due elettrodi di carbone di sezione quadrata regolabili tanto automaticamente che a mano. Con corrente alternata monofase, si hanno pertanto in questo tipo di forno due archi elettrici disposti in serie nei quali la corrente fa arco tra un elettrodo e lo strato di scorie superficiale, attraversa orizzontalmente il bagno metallico con intensità decrescente verso la suola e si scarica con un secondo arco attraverso l'altro elettrodo. Con questo tipo di forno si hanno pertanto due punti di massima temperatura alla superficie del bagno in corrispondenza ai due elettrodi.

Nella fig. 7 è rappresentato in sezione un forno elettrico ad arco tipo Girod, che differenzia da quello testè descritto per il fatto che solo uno dei poli della sorgente d'energia è collegato ad uno o più elettrodi, mentre l'altro polo è costituito da un corpo metallico in acciaio fissato alla suola del forno e raffred-

dato con circolazione d'acqua. La corrente pertanto che nel forno Heroult aveva un percorso orizzontale attraverso il bagno di metallo, nel tipo Girod ha tendenza a trasmettersi trasversalmente al bagno stesso, con percorso più uniforme attraverso lo strato di metallo in fusione.

Il maggior grado di riscaldamento in questi due modelli di forno è dato dall'arco mentre una parte assai minore è dovuta alla resistenza elettrica presentata al passaggio della corrente dai pezzi di materiale di fusione ancora allo stato solido, resi-

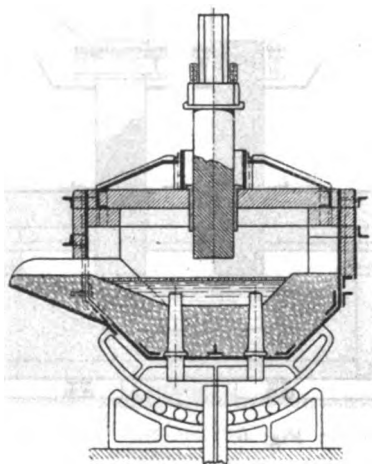
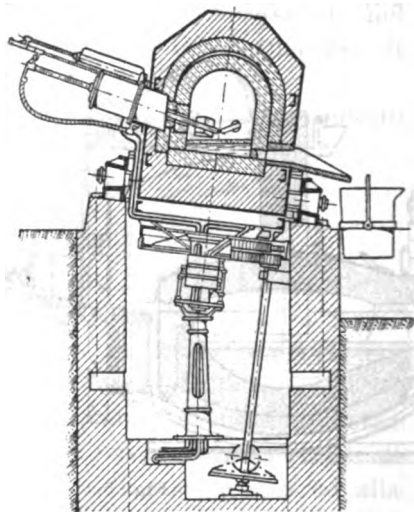



Fig. 7. Fig. 8.

stenza che va però gradatamente diminuendo coi liquefarsi del metallo.

Nella figura 8 è rappresentata una sezione trasversale del forno Stassano (1) ad arco indiretto ed a riverbero, che può funzionare sia con corrente alternata monofase che bifase. Nel primo caso si hanno due elettrodi di carbone e nel secondo caso tre che immettono nel crogiuolo a vôlta semisferica e con suola basica che può ruotare secondo un asse inclinato rispetto all'orizzontale.

Al gruppo dei forni ad arco indiretto appartengono anche i tipi costruttivi ideati da Grönvall, Luidblad e Stalhane ed altri

(1) Vedi *Il Politecnico.*

che non staremo a descrivere non essendo dal più al meno che derivati dal forno Stassano.

Forni ad induzione.— Nei forni elettrici ad induzione, il circuito elettrico è continuo, il bagno metallico non costituisce una massa compatta come nei forni ad elettrodi, ma una specie di nastro avvolto ad anello, oppure in forma di ∞, ovvero a sezione quadrata.

La corrente elettrica è indotta nel bagno di metallo secondo il principio dei trasformatori statici a corrente alternata, con nucleo metallico a telaio verticale in forma di quadrato semplice oppure di due quadrati aventi in comune un lato verticale, in modo che il circuito magnetico risulta chiuso.

Un forno elettrico ad induzione può quindi dirsi uno speciale trasformatore statico, a circuito magnetico sempre chiuso, a nucleo o a mantello, con avvolgimento a rocchetto oppure a disco e del quale il secondario è costituito da una sola spira formata dal bagno metallico.

I primi forni elettrici a induzione semplice proposti da Ziani de Ferranti nel suo brevetto inglese del 1887 erano del tipo dei trasformatori con avvolgimento a disco. Questa disposizione venne adottata anche da Frick (1904) e dallo Hjorth nel 1909. Forni Ferranti non risulta che siano stati mai costruiti; di forni Frick ne funziona uno soltanto da 8,5 tonn. negli stabilimenti Krupp di Essen; anche di forni Hjorth se ne ha uno soltanto in Svezia.

Tutti gli altri forni sono con avvolgimento a rocchetto ad alta tensione: nel forno dell'americano Colby (1890) l'avvolgimento primario è disposto tutt'attorno al forno; nel forno Kjellin (1900 e 1905) è concentrico al forno ed avvolge il solo lato del telaio verticale che è sullo stesso asse del forno; nel forno Hjorth (1905) l'avvolgimento ad alta tensione è fissato sul lato del telaio verticale esterno al forno; nel forno Röechling-Rodenhauser (1905) ambedue i lati verticali del telaio sono avvolti dall'alta tensione.

Teoricamente, nei forni ad induzione con avvolgimento a disco, il bagno dovrebbe essere largo e poco profondo, mentre nei forni con avvolgimento a bobina dovrebbe essere molto profondo e stretto.

Questo in dipendenza della estensione del flusso magnetico prodotto dalla corrente principale; nel primo caso il flusso si espande molto, nel secondo dovrebbe concentrarsi quasi totalmente nel telaio. In pratica però, i canali dei due tipi di forni ad induzione

sono assai simili, ed a parità di forza assorbita, si hanno le stesse capacità: negli stabilimenti Krupp di Essen si hanno un forno Frick ed uno Kjellin, ambedue da 750 Kw. e da tonnellate 8,5 di capacità: i canali del bagno hanno la stessa sezione trasversale. Inoltre la larghezza del bagno in un forno a semplice induzione non può farsi molto grande, perchè si verifica il fenomeno della inclinazione della superficie del bagno verso l'interno per effetto del flusso magnetico di dispersione, come se il bagno fosse soggetto ad una forte azione centrifuga.

I forni a semplice induzione tipo Kjellin non hanno un rendimento elettrico molto elevato, presentano un fattore di potenza molto basso, richiedono alternatori speciali a bassissima frequenza. È noto infatti come la potenza di una corrente alternata sia data dal prodotto di tre fattori $W = E I \cos \varphi$, dei quali, il fattore di potenza è direttamente proporzionale alla frequenza della corrente ed ai coefficienti di induzione. Da qui, l'importanza di avere alti fattori di potenza e la conseguente necessità di diminuire il coefficiente di induzione; nel caso di forni ad induzione non si può avere una grande diminuzione dei coefficienti di induzione e quindi per avere un alto fattore di potenza occorre aumentare la resistenza del bagno o diminuire la frequenza della corrente; ma aumentare la resistenza del bagno vuol dire diminuire la sezione trasversale del bagno metallico fuso, ossia diminuire la capacità del forno e quindi si riesce alla conclusione che per avere dei forni di forte capacità, funzionanti con elevati fattori di potenza, si impone di ridurre la frequenza della corrente primaria e quindi la necessità di costruire alternatori speciali a bassissima frequenza.

Questa grave difficoltà venne superata nel 1905 dai signori Roechling-Rodenhauser col loro forno elettrico ad induzione combinata nel quale all'effetto calorifico prodotto dalla corrente indotta nel forno è aggiunto quello ottenuto da una corrente ad alta intensità, provocata da un secondo avvolgimento attorno al primario, che passa nel bagno fuso attraverso blocchi metallici.

Che il forno Röechling-Rodenhauser rappresenti un vero progresso rispetto al forno a semplice induzione è provato dallo sviluppo avuto in questi ultimi anni:

Forni sistema	in esercizio	fuori esercizio	in costruzione	Totale
Kjellin	10	2	2	14
Kjellin-Colby	2	—	—	2
Roechling-Rodenhausen . . .	6	1	8	15

I brevetti di questi tre tipi di forni appartengono ora alla Società per impianti di acciaio elettrico (Gesellschaft für Elektrostahlanlagen m. b. H) di Berlino Nonnendamm e rappresentano la quasi totalità dei forni ad induzione installati fino ad ora.

14	forni	Kjellin	HP	4470
2	»	Kjellin-Colby	»	286
15	»	Roechling-Rodenhauser	»	6650
		Totale	HP	11406

I forni Kjellin e Roechling-Rodenhanser si possono considerare come gli unici forni elettrici ad induzione che abbiano raggiunto una notevole importanza industriale.

(Continua).

Sulla resistenza allo scorrimento delle sbarre di ferro nelle strutture in cemento armato (1).

Questa resistenza si può determinare in via diretta in base allo sforzo necessario, sia a tensione che a compressione (punta d'applicazione rispettivamente in *u* od in *o*, fig. 1) per staccare la superficie del ferro da quella del calcestruzzo che lo circonda.

Indicando ad esempio con d il diametro del ferro tondo immorsato nel cemento, con l la sua lunghezza, con P lo sforzo necessario si avrà il valore della resistenza in

$$\tau_1 = \frac{P}{\pi . d . l} \qquad [1]$$

Questa determinazione è però subordinata alla considerazione che la resistenza venga a suddividersi uniformemente su tutta la lunghezza l; considerazione che nel fatto risulta errata, come con ragionamenti ed esperienze si è già da tempo dimostrato e che verrà confermato dai risultati delle seguenti prove, eseguite su lunghezze: $l = 30$, 60, 150 e 400 mm. dei ferri tondi laminati di 20 mm. di diametro.

Per ogni lunghezza di ferro vennero preparati quattro blocchi di prova in cemento che si lasciarono asciugare durante ventotto giorni.

---

(1) C. Bach, *Zeitschrift d. V. d. I.*

I provini (fig. 2 a fig. 5) vennero fabbricati con una parte in volume di cemento Portland, tre parti in volume di ghiaietto di fiume (fino a 7 mm. di diametro) e 11,5 % parti in peso d'acqua. L'esame del conglomerato con tre parti di sabbia e ghiaietto normale diede i seguenti risultati:

a) Secondo norme antecedenti (1 giorno in aria umida, 27 giorni sotto acqua).

Resistenza alla compressione 319 kg-cmq.
» » trazione 34,2 »

b) Secondo più recenti norme: (1 giorno in aria umida, 6 giorni sotto acqua e 21 giorni all'aria).

Resistenza alla compressione 393 kg-cmq.
» » trazione 49,4 »

Tanto nella preparazione dei provini in cemento quanto nella determinazione dello sforzo ***P*** si procedette colla massima cura: i provini vennero convenientemente conservati allo stato umido fino al momento della prova.

Risultati delle esperienze.

d. cm.	l. cm.	$\pi d l$ cmq.	P. kg.	τ_1 secondo equaz. (1 kg-cmq.
1.99	3	18.75	935	49.9
1.99	2.98	18 62	1095	58.8
1.99	2.97	18.56	970	52.3
1.99	2.98	18.62	1095	58.8
				media 54.9
1.99	5.98	37.37	1630	43.6
1.99	6.02	37.62	2030	54.0
1.99	6.0	37.5	1665	44.4
1.99	6.0	37.5	1750	46.7
				media 47.2
1.99	14.99	93.69	3650	39.0
1.99	14.98	93.62	3470	37.1
1.99	15.0	93.75	3245	34.6
1.99	15.0	93.75	3290	31.0
				media 36.2
2.00	40.0	251.2	7000	27.9
1.99	40.0	250.0	7250	29.0
1.99	40.1	250.6	8350	33.3
1.99	40.2	251.2	6300	25.1
				media 28.8

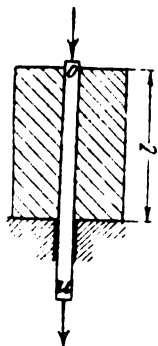
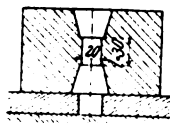
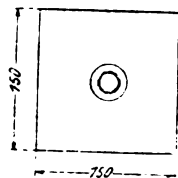
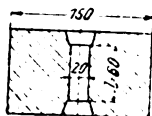



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

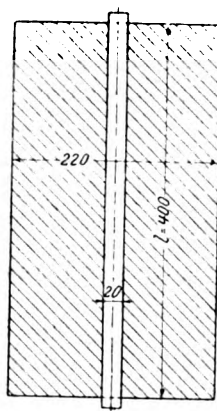
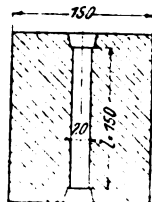



Fig. 5.

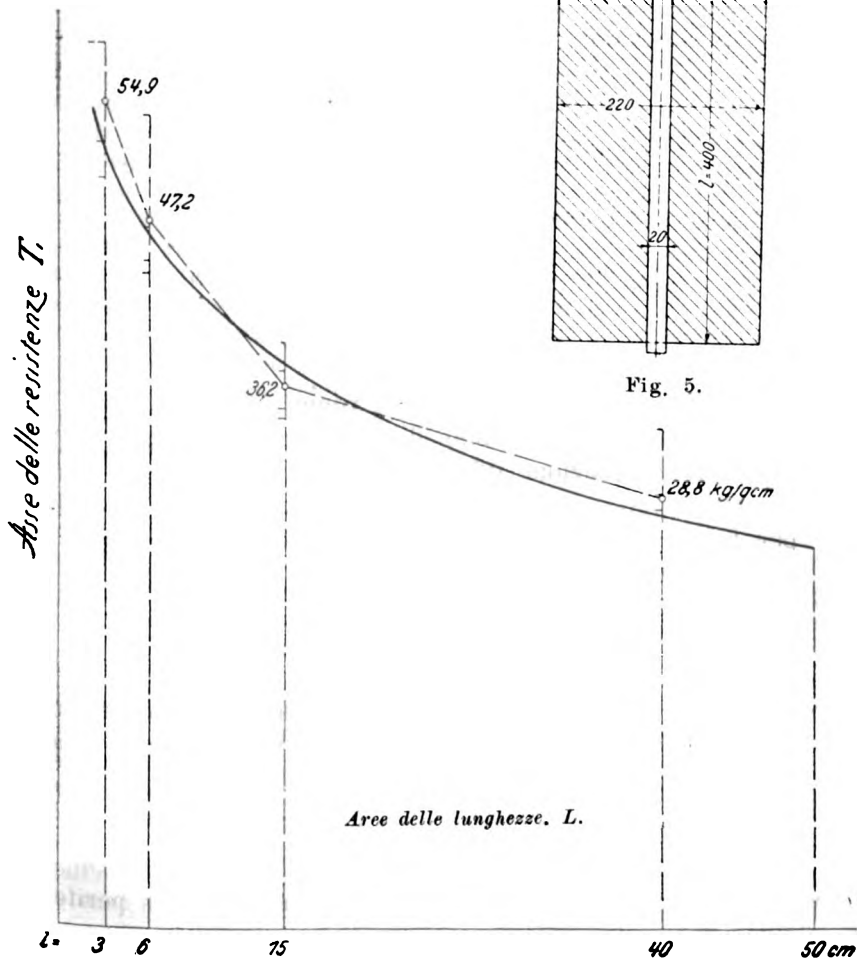



Fig. 6.

Le singole prove seguirono per gradi, tantochè dall'inizio del carico fino all'inizio dell'espulsione del tondino di ferro intercedeva una mezz'ora circa.

Nella fig. 6, ai valori di l come ascisse corrispondono come ordinate i valori di τ_1, i valori medi 54.9, 47.2, 36.2, 28.8, sono riuniti colla linea punteggiata. È da rilevare la diminuzione della resistenza allo scorrimento τ_1, secondo l'equazione [1], coll'aumento della lunghezza dell'asta di ferro immorsata nel cemento.

La curva riportata nel diagramma della fig. 6 è identificata da:

$$\tau_1 = 100\, e^{-\left(0.2 + 0,4 \sqrt[3]{\frac{l}{d}}\right)} \qquad [2]$$

che si estende anche per valori di $l = 50$ cm. circa.

Con questo valore si ha:

$$\tau_1 = 100\, e^{-\left(0,2 + 0,4 \sqrt[3]{\frac{50}{2}}\right)} = 25,4 \text{ kg. cmq.}$$

che corrisponde ad una sollecitazione nel ferro di:

$$\frac{50\, \pi\, 2 \,.\, 25,4}{\frac{\pi}{4}\, 2^2} = 2540 \text{ kg. cmq.}$$

Il limite d'allungamento del ferro venne determinato in 2620 kg. cmq. e quindi al massimo fino a questo limite, si può dedurre secondo l'equazione [2]:

per $l = 3$ cm.	$\tau_1 = 51.8$	contro	54.9	e cioè del	$-$ 5.6 %
» $l = 6$ »	$\tau_1 = 46.0$	»	47.2	»	$-$ 2.5 %
» $l = 15$ »	$\tau_1 = 37.4$	»	36.2	»	$+$ 3.3 %
» $l = 40$ »	$\tau_1 = 27.6$	»	28.8	»	$-$ 4.2 %

Se si determina col calcolo la dipendenza della resistenza allo scorrimento τ_1 dalla lunghezza, si arriva direttamente a:

$$\tau_1 = m\, e^{-\varphi\left(\frac{u\, l}{f}\right)} \qquad [3]$$

dove $f =$ sezione dell'asta di ferro, $u =$ la superficie periferica.

Tantochè per ferri tondi sarà:

$$\tau_1 = m \, . \, e^{-\varphi\left(\frac{l}{d}\right)} \qquad [4]$$

dove φ dipende dai rapporti di elasticità del ferro e del calcestruzzo.

Concludendo, si può dire che la resistenza allo scorrimento del ferro immorsato nel calcestruzzo, calcolata secondo l'equazione [1] è una grandezza che diminuisce con l secondo l'equazione [2] o più generalmente secondo le equazioni [3] e [4].

IX Congresso Internazionale degli Architetti

Roma, 2-10 ottobre 1911.

Questo, che è il IX dei convegni del genere, venne deliberato nel Congresso di Vienna, in vista delle feste, che l'Italia si apprestava a celebrare, per il Cinquantenario della proclamazione di Roma a capitale del Regno. I precedenti, che muovono dal 1867, si tennero a Parigi, a Bruxelles, a Madrid, a Londra, e in ultimo, nel 1908, a Vienna, e furono tutti fecondi di importanti risultati per l'arte e per la tecnica professionale nostra.

Il Comitato generale d'organizzazione presieduto da Camillo Boito ha voluto porre questo Congresso sotto gli auspici di S. M. il Re d'Italia, che si è degnato di accettarne l'altro Patronato, e dei Ministri per gli Affari Esteri e per la Pubblica Istruzione e le Belle Arti, i quali hanno graziosamente consentito d'assumerne la Presidenza d'onore.

Il Congresso sarà inaugurato, nella storica Sala degli Orazi e Curiazi, e tratterà i seguenti temi:

1.° Cemento armato, come è stato usato finora nei vari paesi; sulla convenienza di applicarlo alle grandi costruzioni di carattere artistico, nei rapporti tecnici e in quelli decorativi.

2.° Doveri e diritti dell'architetto rispetto al cliente.

3.° Educazione tecnico-artistica e diploma dell'architetto. Esercizio della professione fuori patria.

4.° Considerazioni sull'architettura moderna.

5.° Dell'esecuzione dei lavori di architettura da parte dello Stato e degli altri Enti pubblici.

6.° Sull'utilità di un dizionario di terminologia architettonica comparata.

7.° Le accademie straniere di Roma.

(Storia, studi e progetti degli allievi, influenza di esse nei rispettivi paesi).

Sull'argomento « Piani regolatori, regolamenti edilizi ed estetica delle città » sono ammesse comunicazioni scritte e conferenze.

*
* *

Il Comitato sarà sentitamente obbligato a tutti coloro che invieranno relazioni scritte sopra gli anzidetti temi. Avverte però che tali relazioni per essere accettate devono pervenirgli prima del 15 agosto accompagnate da un riassunto in una delle quattro lingue ammesse per le discussioni del Congresso, che sono la francese, l'inglese, l'italiana e la tedesca.

Le iscrizioni saranno accettate dalla Sezione del Comitato permanente dei Congressi Internazionali, negli Stati dove essa esiste, e dove manca tale sezione, da un rappresentante, che sarà a tempo debito indicato.

Bibliografia.

Trattato sintetico delle servitù prediali nei loro rapporti con gli altri istituti giuridici e con richiami agli aboliti codici civili d'Italia, vol. II in-8.° di pag. 677 - Acque e consorzi privati. di DE LA VILLE avv. ERNESTO, Giudice del tribunale di Urbino.

Il primo volume, che trattò delle teorie generiche sulle servitù prediali, ebbe già favorevole accoglienza dalla stampa competente pel suo limpido e semplice metodo di esposizione, e per le tesi giuridiche svolte in modo completo ed esatto .

Anche questo secondo volume sarà benevolmente accolto, tanto più che poca letteratura esiste in materia delle servitù delle acque, e pochissima e sparsa ne esiste in materia dei consorzi idraulici privati; di guisa che è da ritenere che la trattazione organica della seconda parte sui consorzi sia perfettamente nuova.

Anche il terzo ed ultimo volume, già completamente scritto sul medesimo tipo, è in corso di stampa per cura della Casa Editrice N. Jovene e C. di Napoli e tra pochi mesi sarà così completata la pubblicazione di un'opera che meritamente prende il posto fra le migliori.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, Gerente.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 16 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 31 Agosto 1911

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

Alcune importanti applicazioni della grafite artificiale

G. Rossetto - Ing. A. Nardini

I.

Storia della grafite naturale ed artificiale. — La grafite naturale non si trova in grandi ammassi, bensì in blocchi di proporzioni limitate contenuti nelle roccie entro specie di tasche.

I giacimenti più notevoli sono quelli di Ceylan, della Siberia, del Canadà e della Boemia; in Italia abbiamo alcune miniere nel Piemonte e nella Sardegna.

La purezza della grafite naturale è molto variabile, non solo a seconda della località, ma anche in una stessa miniera, e si può ritenere in media del 75-80 %. La grafite di Ceylan di quando in quando è molto pura; il massimo grado di purezza non ha mai oltrepassato il 99 %, che si riscontrava raramente nelle vecchie miniere del Borrowdale (Inghilterra) ora abbandonate, ma sempre per piccolissime quantità non commerciabili.

L'impiego più noto e più antico della grafite naturale è la fabbricazione delle matite, dei crogiuoli metallurgici, ecc., ma da molto tempo si è cercato di estendere l'applicazione a svariate industrie, principalmente nella lubrificazione e in seguito nella galvanoplastica, nell'elettrolitica, nelle guarnizioni dei macchinari, ecc.

Il risultato di questi studi non è stato troppo felice, poichè per gli scopi suddetti è necessario un prodotto di grande purezza, mentre in natura — come abbiamo accennato — le impurità della

grafite, dovute a sostanze calcaree e silicee, costituiscono una percentuale molto elevata, che ne rende impossibile l'applicazione a tutte le industrie summenzionate. La difficoltà per separare le impurità è resa maggiore dal fatto che la loro densità è uguale a quella della grafite stessa.

Il problema venne efficacemente risolto colla scoperta della *grafite artificiale*, che non significa una imitazione, bensì un prodotto manufatto genuino quanto quello che ha creato la natura.

La grafite artificiale è ottenuta dall'antracite, sottoposta ad una temperatura elevatissima per parecchie ore, in una fornace posta in azione da una potente corrente elettrica, che richiede un gran numero di cavalli di forza. La temperatura è elevata al punto che i vari costituenti la cenere di carbone sono prima convertiti in carburi; il calore nel litantrace è diffuso molto uniformemente fra la massa, ed è poi elevato ancora al punto che i carburi si devono decomporre ed i principali costituenti la cenere originale di silice, ferro ed alluminio, si volatilizzano.

Il residuo tolto dalla fornace è carbonio sotto forma di grafite perfettamente scevra da qualsiasi traccia di carbone amorfo.

La purezza della grafite dipende dal grado di temperatura a cui si è lavorata, e per negozi commerciali si constata una percentuale di cenere non superiore al 10 $^0/_0$ e meno a seconda degli usi particolari ai quali viene adibita. Si noti però che la percentuale in cenere, indipendentemente dalla quantità che rimane nella grafite artificiale, non è menomamente dannosa al carbonio, perchè questa cenere è tanto inerte quanto la grafite stessa.

Questo processo è costoso rispetto alla povertà della materia prima, però la grande purezza del prodotto ne aumenta talmente il suo valore da permetterne la fabbricazione anche con metodi dispendiosi, purchè l'industria abbia un campo di produzione vastissimo.

Vogliamo ora spiegare in breve come avviene la fabbricazione della grafite artificiale nell'odierna lavorazione. La materia prima: l'antracite, mediante convogliatori viene introdotta nell'officina dei forni (fig 1) i quali hanno le dimensioni di m. 6,50 per 2,50, e sono costruiti con mattoni refrattari; le pareti sono formate dagli stessi mattoni disposti a secco e non combacianti, in modo che rimangono delle aperture per la sfuggita dei gas dovuti alla volatilizzazione delle impurità, in causa della tempe-

ratura di oltre 3800° C. I tetti delle fornaci non esistono affatto, come è visibile nella fig. 1; il coperto della fornace consiste di sabbia, la quale a operazione finita viene semplicemente rimossa.

Ai due estremi del forno sono disposti dei grossi raccordi dai quali partono le condutture allacciate agli elettrodi di carbone della sezione complessiva di 284 cmq. (fig. 2 e 3).

Il tempo dell'operazione completa varia secondo l'intensità della corrente elettrica: generalmente dura 20 ore ed occorrono 8 ore per il raffreddamento del forno. Avvenuto questo, incomincia l'e-

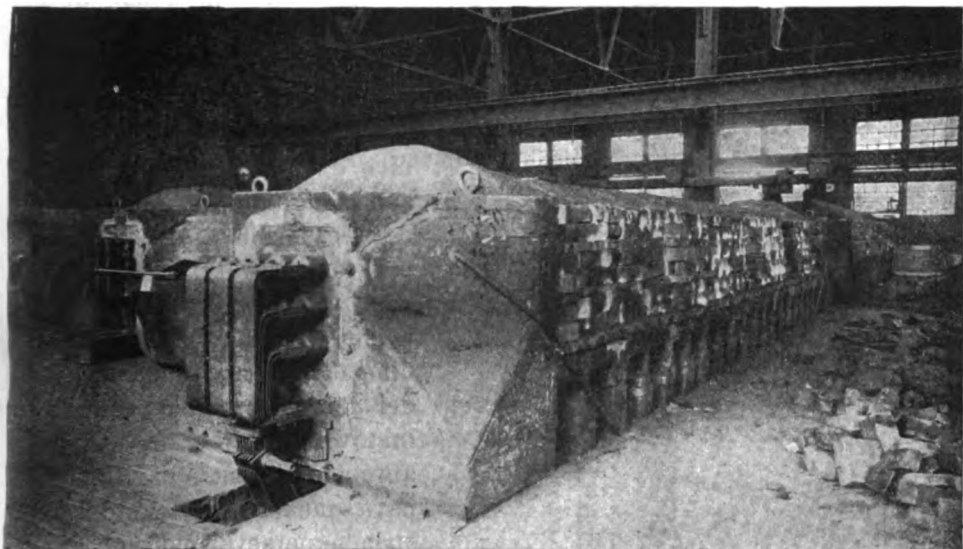



Fig. 1. — Vista esterna di una fornace elettrica.

strazione del prodotto e questo lavoro è estremamente delicato, dovendosi demolire le pareti del forno ed impedire nel tempo stesso, che impurità di qualsiasi genere possano venir a contatto della grafite da introdursi nei recipienti, preventivamente disposti intorno al forno.

La grafite così ottenuta viene in seguito ridotta in polvere grossolana, poi passata ad uno staccio per eliminare i grani superiori ad una data grossezza. Dobbiamo osservare che il colore di questa polvere è di un nero opaco, e di aspetto differente dalla grafite naturale, che presenta quella lucentezza metallica dovuta alla riflessione dei raggi di luce, per parte dei corpi eterogenei in essa contenuti. Si procede poi all'analisi per determi-

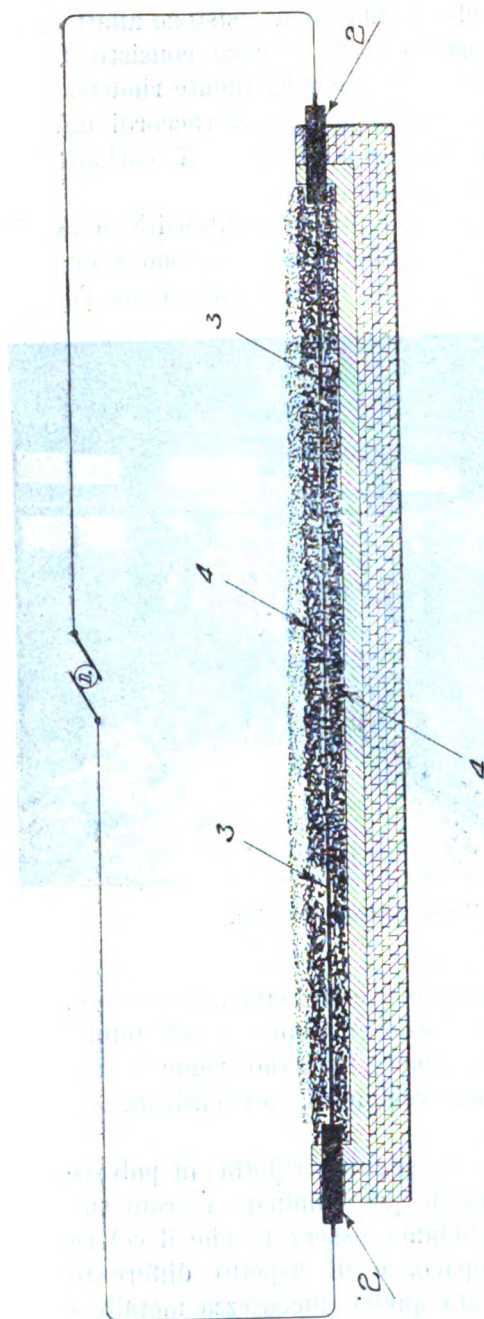



Fig. 2. — Sezione longitudinale di una fornace durante la produzione della grafite da polverizzarsi. 2, Raccordi elettrici. 3, Elettrodi della corrente. 4. Materia prima. D, Dinamo.

nare il tenore in cenere, il quale non deve oltrepassare quel dato limite, che varia naturalmente secondo lo scopo al quale la grafite viene adibita.

La grafite artificiale ottenuta col processo ora descritto, ha preso nel mondo commerciale il nome di *Grafite Acheson*, dal nome del suo inventore, il signor Edoardo Goodrich Acheson di Washington, elettrotecnico e chimico, che or non sono molti anni facendo degli esperimenti con temperature elevate, scoprì il *carborundum*, prodotto che a motivo della sua straordinaria durezza (maggiore del diamante), si è affermato come il più utile abrasivo. Mentre sviluppava questa grande industria, e perseverando negli esperimenti al forno elettrico è riuscito coll'aumento della temperatura a decomporre il carborundum stesso e neutralizzare il carbonio, formando la più pura grafite. Questo processo tuttavia si presentava economicamente proibitivo, per cui con successive varianti, dopo molti studi e molte prove, era riuscito nel 1899 a inventare i primi tipi di grafite artificiale.

Per queste invenzioni venne insignito di parecchie onorificenze.

da parte di istituzioni scientifiche e il 12 febbraio 1909 l'università di Pittsburg, gli conferiva il titolo onorario di Dottore in Scienze.

La grafite artificiale è monopolio attualmente della *International Acheson Graphite Company*, le cui officine si trovano alle cascate del Niagara. In queste officine che nel primo anno di fondazione consumavano 1000 HP, richiedono attualmente una forza di 4000 HP, che vengono distribuiti sotto forma di corrente elettrica ai 26 forni.

La produzione di grafite Acheson passò da kg. 73,500 nel 1897 a kg. 3,350,000 nel 1908, seguendo un progresso costante e notevole, mentre giova rilevare che la produzione mondiale di grafite naturale nello stesso tempo, passò da tonn. 76,250 a tonn. 74,900. Negli Stati dell'Unione nel 1908 il consumo di grafite artificiale ammontava a kg. 1,270,200.

Fig. 3. — Sezione longitudinale della fornace di cui alla figura precedente.

II.

Grafite per la pulitura nella galvanostegia e per la metallizzazione nella galvanoplastica. — Nell'industria della galvanostegia, un'operazione molto delicata è la levigatura degli oggetti, destinati all'immersione nei bagni metallici. Ordinariamente la prima fase di questa operazione si eseguisce adoperando smeriglio finissimo ed olio, coll'ausilio di spazzole meccaniche a grande velocità.

Nella seconda fase, vale a dire nella pulitura delle superfici metalliche levigate, si adoperano spazzole di feltro imbevute di sostanze diverse come: calce, ossidi di ferro, ecc.

La grafite artificiale sostituisce tutti questi materiali nel modo migliore, in virtù della sua costituzione fisica che la rende particolarmente atta allo scopo.

Conseguentemente, nei brunitoi, ai quali spetta l'ultima funzione, quella di preparare la superficie per il bagno, la grafite artificiale dà ottimi risultati poichè copre tutte le minute asperità ed irregolarità della superficie stessa, rendendola al tempo stesso conduttrice, in modo che si può immergere l'oggetto direttamente

nel bagno metallico, senza eseguire preventivamente la lavatura. Il prodotto adoperato a questo scopo ha un grado di purezza del 98 % ed una finezza tale che il 99 % di esso, può passare attraverso un vaglio che abbia 6200 maglie per cmq.

***

Da quando Murray dimostrò che nella galvanoplastica si possono adoperare sostanze coibenti per la costruzione degli stampi, purchè abbiano la superficie opportunamente ricoperta di una sostanza conduttrice, venne subito impiegata la grafite naturale che per il momento rispondeva, compatibilmente al suo stato fisico, allo scopo.

In seguito al grande sviluppo assunto da quest'industria, e alla necessità di ottenere dei lavori di precisione, gl'inconvenienti dovuti alle impurità della grafite naturale non tardarono a farsi sentire, per cui non appena fece la sua comparsa la grafite artificiale, s'iniziarono subito gli esperimenti per la metallizzazione degli stampi. La grafite richiesta per questo scopo, deve avere maggiore asperità di quella usata nella galvanostegia e ciò è vantaggio palese della produzione artificiale, ove si è riusciti a perfezionare e adattare a volontà, l'impiego del materiale greggio e lo svolgimento della lavorazione.

I risultati ottenuti dall'applicazione della grafite Acheson corrisposero pienamente alle speranze; le irregolarità che prima si notavano, in specie sulle riproduzioni di precisione, con questo prodotto sparivano totalmente, per cui l'uso si estese grandemente ed ora laboratori esteri di galvanoplastica vanno adottando la grafite artificiale.

Elettrodi di grafite. — Gli elettrodi di grafite artificiale sono composti esclusivamente di questo prodotto che ha un grado di purezza del 99,5 % e sono scevri di materiali agglutinanti. Essi vengono fabbricati (v. fig. 4 e 5) in tubi, tondini e piastre e possono essere sottoposti a qualsiasi operazione meccanica come filettatura, segatura, tranciatura, ecc.

Comparativamente giudicati rispetto agli elettrodi di carbone, essi hanno una conduttività elettrica quattro volte superiore e minor porosità, quindi maggior durata.

Composizione degli elettrodi	Resist. (1) in Ohms p. cm.² di sez. e p. mt. di lunghezza	Peso per m.c. in Kg.	Carico di rottura per cmq.		Temper. di oss. all'aria
			lungo fib.	tras. fib.	
			Kg.	Kg.	
Grafite artificiale .	8.13	1669	56 ÷ 70	35 ÷ 42	650° C
Carbone amorfo .	32.50	1669	70 ÷ 105	42 ÷ 62	500° C
Rame	0.017	3900	1400 ÷ 2110	-	—
Alluminio . . .	0.029	2650	1700 ÷ 2110	—	—
Ferro	0.110	7750	2110 ÷ 3520	—	—

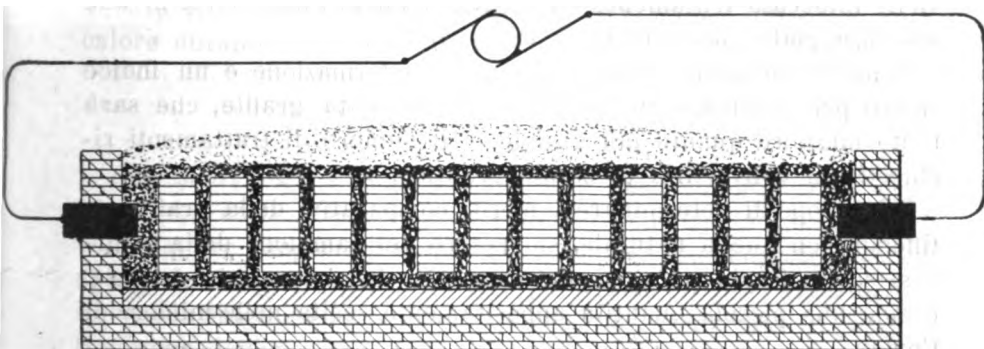



Fig. 4.

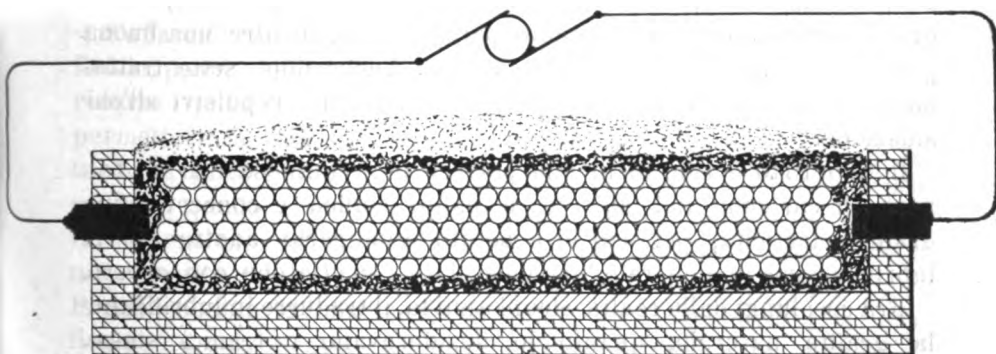



Fig. 5.

Sezioni di una fornace durante la produzione di elettrodi.

(1) Valori riferentisi alla temperatura di 15° C.

Grafite 1340. — Ha avuta la sua origine nel 1906 e differenzia molto dai primi tipi scoperti. Ha preso questo titolo perchè prima di ottenerla si dovettero esperimentare milletrecento quaranta materie prime.

Per comprendere l'importanza della sua genuinità citeremo come Henry Moissan, il celebre chimico francese, abbia descritto un metodo per provare la resistenza della grafite all'azione chimica.

Mescolando l'acido nitrico col clorato di potassa si forma un fortissimo agente d'ossidazione. Se assieme a questo si riscalda la grafite, operazione che richiede grande cautela, giacchè l'azione è tanto violenta che potrebbe causare un'esplosione, la grafite viene intaccata lentamente ed è gradualmente convertita in una sostanza gialla denominata *ossido grafitico.*

Il modo col quale avviene questa trasformazione è un indice sicuro per giudicare della bontà di una data grafite, che sarà tanto migliore quanto più grande è il numero di trattamenti richiesti per convertirla in ossido grafitico.

Allo scopo di determinare i meriti comparativi della grafite artificiale con quella naturale, si presero dei campioni della prima e si scelse la più pura grafite naturale che fosse dato trovare, e cioè una piccola quantità appositamente scelta nelle miniere di Ceylan.

Dopo cinque trattamenti colla miscela ossidante, la grafite di Ceylan venne completamente convertita in ossido grafitico, ma la grafite artificiale lo era soltanto parzialmente, mentre una buona parte aveva resistito all'azione chimica. Anche dopo sette trattamenti, la grafite artificiale conteneva dei residui repulsivi all'ossidazione.

Il tipo 1340 è ridotto in una polvere nera untuosa con un tenore di carbonio del 99,75 %, è molto soffice e conserva una grande elasticità, per cui si è potuto giudicarlo adatto per la lubrificazione in generale, sia mescolato con *olio* che con *grasso.*

Era così lungi dalla realtà alcuni anni fa, il tradurre in lubrificante la grafite naturale, quanto lo desideravano i tecnici stessi. Questo prodotto naturale, ridotto in scaglietta oltremodo sottile, venne più volte esperimentato per lubrificare gli apparati motori, ma sempre lasciando insoddisfatti gli esperimentatori; e ciò è ovvio perchè le impurità di silice, di talco e di terra contenute nella grafite e aggiunte all'olio, si presentavano come cause diametralmente opposte all'ufficio della lubrificazione, anzi lesive alla

superficie rotante e tendenti ad ingranare e ad insudiciare le superfici stesse. Si è presto potuto affermare nelle industrie che l'applicazione di questa nuova grafite artificiale, risolveva favorevolmente il problema della lubrificazione, tanto che con essa si possono lubrificare i più delicati cuscinetti di qualsiasi macchina di precisione, deponendo sulle superfici una pellicola sottile ed omogenea, che concorre a rendere lucenti le parti metalliche.

È degno di nota riferire, che la stessa grafite artificiale ha trovato largo impiego ufficialmente nella lubrificazione delle armi da fuoco di piccolo e grande calibro, giungendo con essa a ridurre grandemente gli attriti e aumentando perciò la portata e la precisione del tiro, eliminando l'agglomeramento dei residu della polvere, prolungando la durata della canna ed attutendo il calore durante i tiri.

III.

Lubrificazione. — Superato il primo successo in questa sfera d'azione, il dott. Acheson comprendendo bene che la lubrificazione è un fattore importantissimo nell'economia industriale, ciò che spiega le continue ricerche per ottenere un prodotto rispondente nel modo migliore ai requisiti richiesti, e considerata la generalizzazione dell'uso dei grassi e degli olii come lubrificanti ed in special modo di questi ultimi, si propose di avvicinare ed abbinare a questi il suo prodotto.

S'affacciò quindi l'idea di amalgamare l'olio colla grafite artificiale, per il che il suo inventore dott. Acheson ritenne necessario ridurre quest'ingrediente in uno stato di suddivisione tale, da permettere la sua sospensione nel liquido. Il dott. Acheson trattando la grafite artificiale col tannino, pervenne a quanto si era prefisso, quello cioè di ottenere una sostanza capace di restare in sospensione, in un dato volume liquido per un tempo indefinito. Questo risultato si può spiegare colla seguente esperienza: Prendiamo due baccinelle contenenti la stessa quantità di grafite finemente polverizzata; ad una di esse aggiungiamo dell'acqua pura, all'altra una soluzione di tannino; in ambedue i casi otteniamo una pasta che allungheremo con acqua. Facendo passare il contenuto della prima vaschetta attraverso una carta da filtro, la parte solida costituita dalla grafite, andrà a depositarsi sulla carta, mentre l'acqua passerà limpida. Invece, facendo la stessa operazione col contenuto della seconda vaschetta e con un se-

condo filtro, la mescolanza passerà tutta insieme sotto forma di un liquido nero.

Si rileva inoltre la difficoltà di ottenere nel primo caso il miscuglio fra l'acqua e la grafite, la quale tende a galleggiare alla superficie; non così aggiungendo il tannino, nel qual caso si nota una grande affinità fra il liquido e la grafite che tende immediatamente a incorporarsi al liquido stesso. Aggiungendo due o tre gocce di HCL questa affinità è distrutta e la grafite non resta più sospesa, ma tende a liberarsi e galleggiare sull'acqua.

Ritornando alla grafite sospesa, dobbiamo dire che il dottor Acheson trovò poi il modo di sostituire l'acqua con olio mediante una speciale macchina mescolatrice. Al nuovo prodotto così ottenuto venne dato il nome di *Oildag*, dalle iniziali delle parole *Deflocculeted Acheson Graphite* precedute dal suffisso *oil*.

Il prof. dott. Mabery della Scuola di Scienze applicate di Cleveland, che gode di molta competenza in materia di olii e lubrificanti fece con l'apparecchio per la prova delle resistenze d'attrito ideato dal prof. Carpenter, una serie di esperienze per determinare l'efficacia dell'*Oildag* usato come lubrificante.

La macchina Carpenter è specialmente adatta per le prove colla grafite, avendo una notevole sezione dei supporti libera in modo che è facile osservare il rapporto fra la quantità di grafite che si deposita sui cuscinetti e quella che viene eliminata per effetto della rotazione dei perni. Questa macchina dà inoltre il modo di verificare il lavoro d'attrito e la temperatura.

In base alle prove eseguite il prof. Mabery compilò i diagrammi che riportiamo nelle fig. *A* e *B*.

1.° Venne dapprima esperimentato un olio minerale qualsiasi. La macchina venne posta in movimento e nello stesso tempo cominciò l'immissione dell'olio nei cuscinetti. I perni poggianti fra questi e rotanti a una velocità di 450 giri al minuto, furono sottoposti a un carico tale che la loro rotazione venisse interrotta al cessare dell'alimentazione del lubrificante. Questo carico era di 10 kg. per cmq. della superficie rotante e l'olio venne immesso nei supporti in ragione di 6 gocce per minuto da un oliatore a vetro. Come si può osservare nei diagrammi ***A*** e ***B***, i risultati furono i seguenti:

La temperatura passò da 35° (inizio) a 75° in 5 minuti primi.

Il coefficiente d'attrito sui cuscinetti che all'inizio era di 0,03 andò crescendo rapidamente in modo continuo, raggiungendo in 6 minuti primi il valore 0,075.

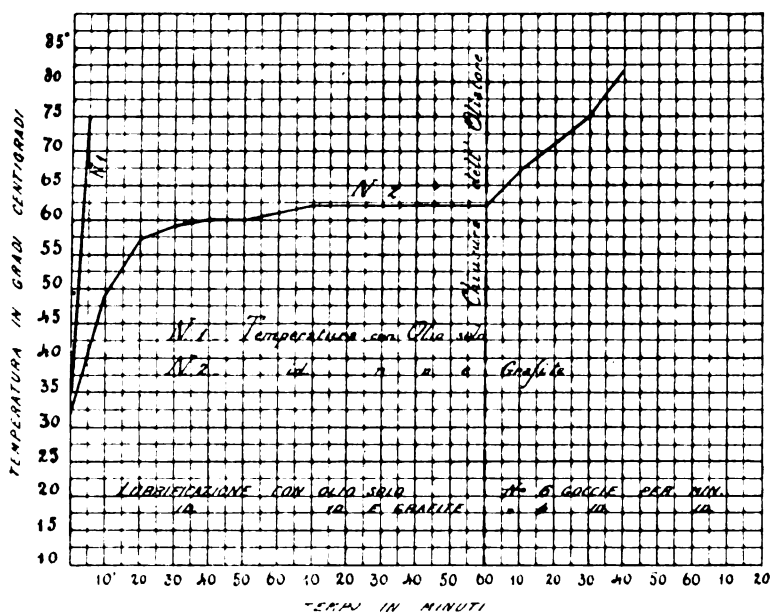
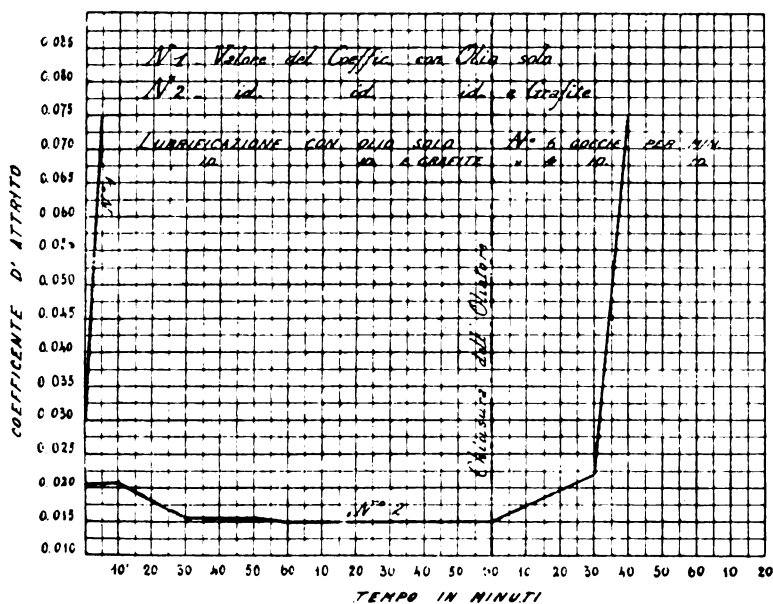



DIAGRAMMA A

DIAGRAMMA B

2.° Mantenendo inalterato il carico e il numero dei giri si aggiunse all'olio adoperato nella precedente esperienza una quantità

di grafite *sospesa* in ragione del tre e mezzo per mille, ed ecco i risultati ottenuti portando l'immissione da 6 a 4 gocce per minuto:

La temperatura che all'inizio era di 32° passò a 47° dopo 20 minuti primi, a 60° dopo 40, a 62° dopo 70, mantenendosi poi costante fino al momento in cui venne chiuso il rubinetto dell'oliatore, cioè dopo due ore. Da questo istante la temperatura continuò a crescere, impiegando 30 minuti per arrivare (senza che venisse immessa alcuna goccia di lubrificante nei cuscinetti) a 75° C.

Passando al coefficiente d'attrito sui cuscinetti, esso era di 0,02 all'inizio del movimento e andò leggermemte crescendo fino a 0,021 dopo 10 minuti. In seguito, il coefficiente cominciò a diminuire e dopo 30 minuti dall'inizio del moto aveva raggiunto il valore di 0,015 che si mantenne costante per due ore finchè venne chiuso il robinetto dell'oliatore. Da questo istante non venne più immesso lubrificante nei cuscinetti, tuttavia il valore del coefficiente d'attrito raggiunto dopo mezz'ora, era soltanto di 0,022 e solo da questo punto il suo valore crebbe rapidamente portandosi a 0,075 dopo 40 minuti dalla chiusura dell'oliatore.

Non possiamo esimerci di riferire in argomento che l'Automobil Club d'America facendo seguito alle esperienze sopra descritte, nominò una Commissione tecnica coll'incarico di esaminare e valutare il rendimento dell'*Oildag* con mezzi pratici. Dal riassunto delle prove eseguite dalla suddetta Commissione si è rilevato che in una vettura dello stesso Club, rigorosamente lubrificata con un dato olio minerale, la forza sviluppata era di HP 30,75 con una corsa dello stantuffo di m. 327 per minuto, mentre aggiungendo allo stesso olio il 3,5 per mille della composizione *Oildag*, trattando le trasmissioni differenziali con grassi impregnati di grafite artificiale e mettendo in moto la medesima vettura per un eguale periodo di tempo sullo stesso percorso, lo stantuffo raggiunse una corsa di 335 m. per minuto sviluppando una forza di 33,70 HP cioè del 9,6 % maggiore di quella sviluppata adoperando l'olio senza grafite.

In tal guisa è stato possibile di superare pendenze stradali notevoli alla quarta anzichè alla seconda o terza velocità. Venne inoltre controllato che la quantità di lubrificante necessario per un percorso di 320 km. era di 4 kg. di olio minerale. Mescolando la stessa quantità di olio col 3,5 per mille di grafite artificiale essa è sufficiente per un percorso di 1200 km. Si è potuto con-

statare anche che aumentava la compressione del cilindro e veniva tolto il fumo prodotto dallo scappamento dell'olio. Ciò è causato principalmente dal fatto che la pellicola di grafite tanto sullo stantuffo quanto sulle pareti del cilindro copre le minute cavità della superficie, formando una tenuta perfetta.

Dallo studio dei diagrammi e da quanto abbiamo qui sopra esposto si rileva in modo chiaro, la grande differenza dei risultati ottenuti adoperando l'olio mescolato colla grafite *sospesa* in luogo dell'olio solo e si possono quindi formulare le seguenti conclusioni:

1.° A parità di condizioni di lavoro, il consumo dell'olio lubrificante è ridotto al minimo del 50 % usando la grafite *sospesa.*

2.° La riduzione del coefficiente d'attrito, sempre adoperando olio con detta grafite, è almeno del 25 %, con proporzionale risparmio di forza motrice.

Aquadag. — È la grafite trattata al tannino, sospesa nell'acqua in piccola quantità sotto forma di pasta, e destinata ad essere diluita in una maggiore quantità di acqua distillata quasi nelle medesime proporzioni dell'olio che viene aggiunto alla stessa pasta per formare l'*oildag*, benchè queste possano variare a seconda degli scopi a cui è destinato l'*aquadag* nella lubrificazione, cioè secondo il metallo, le condizioni dell'apparato, la velocità di rotazione, ecc.

Essa ha dato inattesi risultati come lubrificante nella filettatura dei tubi e nel funzionamento delle macchine utensili in generale.

Nella fig. 6 sono rappresentati due pezzi di tubo. La madrevite impiegata per formare il verme era per caso molto scadente. Si tentò con l'uso dell'olio di lardo di ottenere la filettatura occorrente: l' 8 % si dovette scartare, i rimanenti erano appena passabili, come si può rilevare osservando nella fig. 2 il tubo a sinistra, e ciò malgrado si usasse la massima cautela ed effettuando due passaggi consecutivi nella madrevite in luogo di uno. Si sostituì l'olio di lardo con l'*aquadag* e i risultati furono buoni perchè con un solo passaggio della madrevite fu possibile ottenere un verme chiaro e sagomato nitidamente, come fosse stato prodotto da una macchina perfetta, giusto come si vede nel tubo a destra della figura citata.

Un altro esempio potremo riferire in cui l'*aquadag* si è mostrato efficace. Si tagliarono dei cilindretti d'acciaio del diametro di un pollice, lubrificando la trancia con un'amalgama di sapone ordinario; questa riusciva con un sol colpo a tagliare 60 di tali cilindretti. Con la stessa macchina usando dall'*aquadag* in piccole

proporzioni, insieme all'amalgama dianzi ricordata, fu possibile produrre con un sol colpo 980 cilindretti.

Un altro punto che non è di minor merito è il fatto che nella formazione dei fori delle lastre di bronzo, in cui mercè le consuete miscele lubrificanti l'orifizio risulta di 0,005 mm. in meno del punzone, mentre adoperando l'*aquadag* unito alla stessa miscela lubrificante ne risulta un orifizio esattamente perfetto. Ciò deriva dal fatto che con l'uso dell'*aquadag* si ha una riduzione

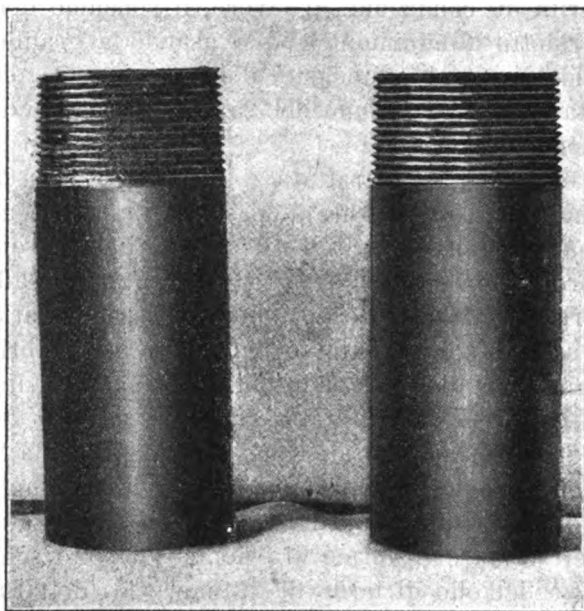



Fig. 6. — Risultati ottenuti nella filettatura dei tubi con lubrificazione ad olio di lardo (sinistra) e Aquadag (destra).

di forza mentre nello stesso tempo esso concorre a prolungare la durata dell'utensile. L'*aquadag* è stato provato con grande convenienza in tutte le macchine utensili: macchine per filettare, torni, cesoie, pialle, limatrici, fresatrici, ecc.

Questa materia è poi particolarmente atta alla lubrificazione dei compressori d'aria. Oggi si usa l'olio, ma tale sostanza è sotto un punto di vista pericolosa per il fatto che la temperatura dei cilindri nei detti compressori si eleva talmente che si possono sviluppare dall'olio lubrificante dei vapori infiammabili, per cui la sostituzione con grafite artificiale si presenta come il rimedio più logico.

Questo lubrificante a base di acqua, se non eliminerà la ruggine ha dato prove convincenti che durante la sua permanenza sopra le superfici metalliche mantiene le stesse in uno stato di lucentezza e di conservazione perfetti, anche se queste parti furono esposte all'atmostera. È pure consigliabile applicare l'*aquadag* nei collegameeti a vite.

Gredag. — La lubrificazione degli ingranaggi e di altri parti che di consueto richiedono l'uso del grasso, hanno suggerito una opportuna amalgama della grafite con delle qualità scelte e non vischiose di grasso, apparse sotto il titolo suddetto. Non accenneremo certo ai rendimenti perchè si possono considerare paralleli a quelli già rilevati nella trattazione dei due primi preparati. Diremo soltanto che l'insieme non è sensibile ai cambiamenti di temperatura, essendo dimostrato che non si altera a meno di 60 gradi C. e può quindi impiegarsi in tutte la stagioni e in qualsiasi località.

IV.

Preparato antiruggine. — Il nostro secolo che ha creato le costruzioni metalliche, non ha ancora risolto il problema importante della ruggine. Un calcolo sommario ci persuade che fra cent'anni con i mezzi di conservazione dei metalli a nostra disposizione oggidì comuni, ben poche di quelle strutture in ferro ed in acciaio che sorgono attualmente avranno resistito alla distruzione per l'azione dell'ossigeno.

L'olio di lino dovrebbe essere la base di tutte le pitture antiruggini e su questo i tecnici sono unanimemente d'accordo; perchè se non fosse per l'effetto di essiccamento rapidissimo a cui va soggetto all'aria, la sua pellicola elastica ed impermeabile rappresenterebbe una protezione ideale per le superfici. Per noi quindi il problema s'impernia sulla necessità di conservare il massimo possibile l'elasticità della pellicola di olio di lino. Si era creduto di risolverlo con l'amalgama di pigmenti diversi finemente polverizzati come il minio, l'ossido di ferro o di zinco, la silice, ecc., perchè effettivamente sembravano disporre delle prerogative necessarie per la preservazione dell'elasticità della pellicola. Ma purtroppo all'analisi pratica gli effetti si sono dimostrati lungi dalle aspettative; infatti per l'azione degli agenti atmosferici la pellicola si ossida e si dissecca, diviene porosa, si indurisce e si sgretola; l'ossigeno dell'aria e l'ossido del pigmento fanno opera comune

per distruggere la pellicola protettrice. In effetto, tutti i pigmenti che sono oggi di dominio commerciale, non soltanto assorbono l'ossigeno dell'aria ma intaccano essi stessi il metallo che dovrebbero proteggere.

Tenendo conto delle succitate considerazioni i tecnici recentemente hanno dimostrato che la migliore vernice adoperata a questo scopo, dev'essere costituita da pigmenti perfettamente inerti e all'uopo si erano fatte delle prove con la grafite naturale, prove non riuscite per la dose eccessiva di impurità che quella sostanza conteneva. Dall'epoca invece che si potè impiegare la grafite artificiale il problema sembra favorevolmente risolto.

Con questo nuovo pigmento di un grado di purezza del 90 °/₀ si compone una vernice antiruggine del peso specifico di 1,25 circa. La leggerezza della sostanza separata dai costituenti oleosi rivela il vantaggio della pittura che non contiene sostanze pesanti soggette a sgretolamento, e così essa risulta fluidissima tanto da avere una capacità di ricoprimento notevole che venne stabilita in media di 25 mq. per chilogrammo.

Il fatto che le opere metalliche in generale sorgono all'aperto e sono perciò esposte all'azione deleteria dell'atmosfera e della temperatura, rende la questione di un ottimo preparato antiruggine vitale per i nostri tecnici ed industriali e degna di essere presa nella più seria considerazione, per cui esporremo qualche particolarità e qualche dato sulle caratteristiche dell'antiruggine e sui relativi esperimenti, citando delle opinioni autorevoli espresse al riguardo.

La grafite artificiale può essere esposta all'azione di acidi fortissimi e di sostanze alcaline senza esserne menomamente intaccata e resiste perciò ai gas cloridrici, ai cloruri di calcio nei macchinari refrigeranti, agli acidi liquidi diluiti, quando si usasse per la dipintura di pompe d'acido, malgrado avvenga raramente di esporre pareti verniciate a corrodenti così energici.

È poi deplorevole che nell'applicazione di una vernice anticorrosiva sul metallo, non si cerchi di procedere a regola d'arte mettendo le superfici a nudo, allo scopo che il preparato possa compiere il suo effetto integralmente. È un principio di economia molto invalso negli Stati, ove le strutture in ferro od in acciaio abbondano, più che da noi ed ove con l'ausilio di macchine ad aria compressa si azionano quegli apparati che spruzzano la polvere di smeriglio e trasformano ammirevolmente tersa e nuda la superficie metallica più ribelle.

La grafite artificiale va amalgamata in proporzioni convenienti con l'olio di lino cotto aggiungendovi una dose d'essiccante appena necessaria ad asciugare lentamente la pittura, che richiede perciò circa 10 a 12 ore, perchè una quantità maggiore di sostanze estranee porterebbe nocumento.

Ha una tinta uniforme di *acciaio nero* ovvero perfettamente naturale, applicata ha una caratteristica forza di adesione; impermeabile all'aria, all'umidità, ai gas, non conduttrice dell'ossigeno, senza alcun effetto sull'olio e sul metallo, anzi aumenta la morbidezza della pellicola protettrice, prolunga la sua durata, e si presta mercè la sua elasticità, anche se il metallo viene comunque deformato.

Circa i risultati pratici ottenuti colla grafite artificiale è tipico un esempio dato in proposito dalla *National Tube Company* della Lorena Americana, che aveva fatto coprire delle grandi costruzioni metalliche con vernice di marca reputata che si riteneva efficace. Malgrado tutto, la ruggine aveva attaccato fortemente il ferro a tal punto che la società fu obbligata a rifare in parte le strutture su un'area di 35 ettari e questo la fece persuasa dell'importanza che avrebbe avuto la preservazione perfetta di un capitale così notevole. Venne delegato un comitato d'ingegneri col compito di esaminare a fondo la cosa; si esperimentarono ben 83 vernici a colori diversi, comprese tutte le marche e le qualità più note quali la grafite, le grafiti silicee, l'ossido di ferro, di piombo, di zinco, l'asfalto, ecc. Venne studiata specialmente la resistenza delle varie vernici ai vapori solforosi e la prova durò circa 18 mesi. Il verdetto unanime fu in favore della grafite Acheson e questo prodotto fu adottato con l'esclusione di tutti gli altri.

Citeremo infine che l'ing. M. Camerman delle ferrovie di Stato Belga al congresso per l'analisi dei materiali (tenuto a Copenhagen il 7 settembre 1909) classificava l'antiruggine a base di grafite artificiale, il migliore e più efficace anticorrosivo e che fra altro ha il vantaggio sul tradizionale minio di non essere tossico.

Conclusione. — L'invenzione della grafite artificiale è indubbiamente di grande interesse per molti rami industriali, ove fino ad oggi si impiegavano delle forme di carboni amorfi o comunque delle sostanze naturali grafitiche che presentavano inconvenienti nelle applicazioni pratiche. Il posto poi che questo materiale va occupando negli usi della lubrificazione contribuisce a tenere più

lontana la crisi degli olii minerali per la temuta decimazione del prodotto petrolifero. Può sembrare strano, ma più di qualche competente ammette che il consumo mondiale dell'olio minerale destinato alla lubrificazione raddoppi di quantitativo ogni quindici anni.

Altre Nazioni europee hanno accolto con vivo interesse la grafite artificiale, e non v'ha dubbio che anche i tecnici italiani troveranno in essa un mezzo economico ed utile per le diverse applicazioni industriali.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il forno elettrico nell'industria del ferro e dell'acciaio

(Continuazione e fine, v. N. 15).

Forni elettrici ad induzione semplice. — Il forno elettrico Kjellin per corrente monofase rappresentato in sezione trasversale ed in pianta nelle figure 9 e 10 è a sezione circolare; il bagno di metallo fuso costituisce in certo modo l'avvolgimento secondario, chiuso in corto circuito su sè stesso, di un trasformatore statico a corrente alternata. Il bagno di metallo è coperto superiormente con una serie di anelli concentrici a diametro decrescente che si possono facilmente togliere e rimettere in posto. I nuclei lamellari in numero di due o tre sono disposti verticalmente e costituiti con lamiere di ferro dolce.

Nel primo caso la spirale primaria è avvolta su uno dei nuclei laterali; nel secondo caso, sul nucleo centrale. Il bagno di fusione, costituito da un canale circolare, ha suola basica di magnesite. All'avviamento, vengono disposti nel bagno di fusione degli anelli in ferro che sono portati al calor bianco dalle correnti indotte e vengono fuse successivamente insieme al materiale costituente la prima carica.

Nel 1905 la Società di Berlino-Nonnendamm impiantò un forno Kjellin di tipo alquanto diverso da quello descritto, nel senso che il telaio magnetico venne foggiato a doppio quadrato, colla traversa centrale sempre coassiale al forno e portante l'avvolgimento primario.

I risultati ottenuti in dieci anni di applicazioni industriali hanno ormai dimostrato che il forno Kjellin è più particolarmente indicato quando si tratti di ottenere acciai delle migliori qualità

partendo da materiali puri; che si ottengono acciai ancora migliori di quelli al crogiuolo anche a parità di composizione chimica; che a parità di proprietà meccaniche il prodotto è, in molti casi, più economico di quello ottenuto al crogiuolo.

I forni Kjellin sono fissi ed anche mobili ed in questo secondo

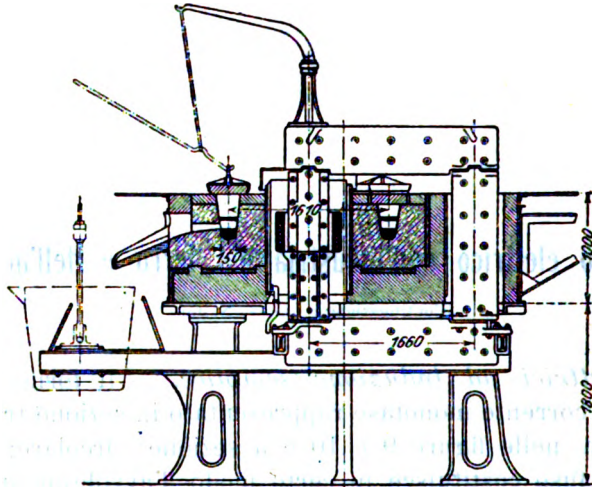



Fig. 9.

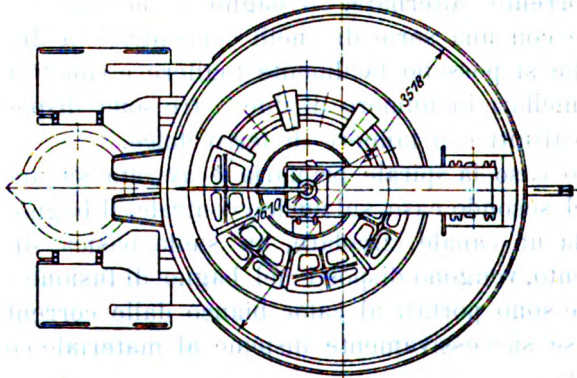



Fig. 10.

caso la manovra può essere eseguita tanto a mano che meccanicamente od elettricamente; sono tutti a corrente alternata monofase con frequenza variabile da 5 a 50 periodi al 1″, con una tensione di parecchie migliaia di volt.

La corrente indotta nella massa metallica contenuta nel crogiuolo del forno è di molte migliaia di ampères; così ad esempio

con una corrente di 500 volt e 280 amp. nel primario si avrà una corrente indotta nel secondario di 6 volt e 20000 ampères con un rendimento dell'85 %.

Nel caso dei forni elettrici ad induzione, avendosi una sola spira nel secondario è evidente come l'intensità della corrente indotta debba corrispondere all'incirca a quella primaria moltiplicata per il numero delle spire dell'avvolgimento primario.

Nel forno Frick precitato, la corrente che circola nel bagno ha una tensione di 11,28 volt ed una intensità di circa 100,000 ampères.

Forni ad induzione combinata Roechling-Rodenhauser. — In

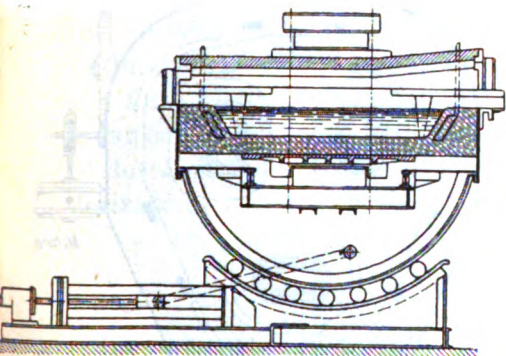
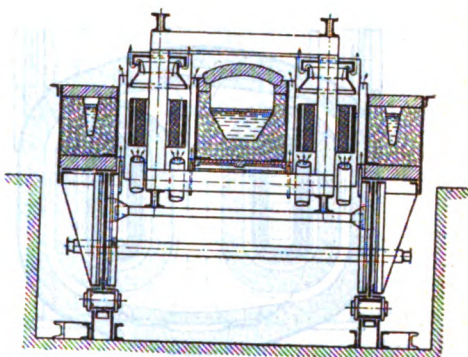



Fig. 11. Fig. 12.

questi forni si hanno due correnti indotte, una nel bagno come in un forno Kjellin, l'altra in un secondario formato da poche e grosse spire di rame avvolte attorno al primario.

Nel tipo di forno rappresentato nelle figure 11 a 13 su ambedue i nuclei a sezione quadrata sono avvolte le spirali primarie ed anche le due spirali secondarie; il canale o bagno di fusione ha profilo di un otto disposto in un piano orizzontale, il che equivale a dire che intorno a ciascun nucleo dell'avvolgimento primario si svolgono i due canali di sezione relativamente ridotta che vengono riscaldati dalle correnti indotte. Con questa disposizione, i forni di capacità media funzionano perfettamente con correnti di frequenza 50, mentre per grandi unità non si scende al disotto di 25 periodi al 1″.

Si hanno esempi di forni di questo tipo funzionanti per capacità fino a 16 tonnellate corrispondente a quella di comuni convertitori Thomas; la corrente monofase venne sostituita nella maggior parte

degli impianti con corrente trifase a 50 periodi; in questi casi si hanno tre nuclei e relativi avvolgimenti (vedi fig. 14), opportunamente disposti in modo da chiudere su tre lati la camera di fusione.

L'impiego della corrente alternata ha il vantaggio di provocare una circolazione nel bagno di metallo per effetto del campo rotante che si forma.

Stando ai risultati che Rodenhauser ha comunicati in una riunione dell'Iron and Steel Institute, sperimentando su un forno di 3,5 tonnellate, si può ritenere per i forni Roechling-Rodenhauser

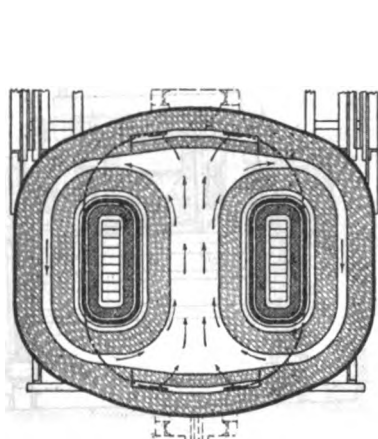
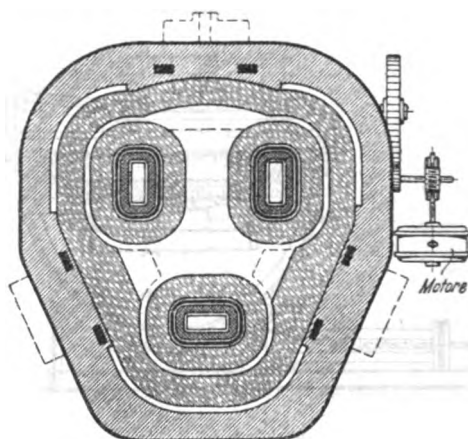



Fig. 13. Fig. 14.

un rendimento elettrico del 97 %. Il rendimento termico deve intendersi invece come il rapporto fra le calorie contenute nel prodotto fuso all'atto della colata e quello corrispondente all'energia elettrica consumata nel forno. Le prime possono misurarsi o calcolarsi, la seconda può dedursi dal prodotto dell'energia elettrica immessa nel primario per il rendimento elettrico. Il calcolo può basarsi su di una tonnellata di acciaio prodotto e sui seguenti dati: punto di fusione 1600°, temperatura dell'acciaio all'atto della colata da un forno ad induzione 1650°; le scorie possono ammettersi di un peso uguale al 10 % dell'acciaio colato ed il calore contenuto in 1 kg. di scorie basiche può ritenersi di 400 calorie, il calore specifico medio ed il calore latente di fusione del ferro si possono dedurre dalle formule del prof. J.

W. Richards (Metallurgical Calculations). Così ad esempio per T compreso fra 0° e 1600° sarà:

$$0,19887 - \frac{23,44}{t}.$$

Oltre ai due forni principali ad induzione sopradescritti, se ne conoscono numerosi altri quali quelli, per citare i più noti, di Frick, Colby, Schneider, Gin e Hiorth, che però non presentano caratteristiche speciali di novità.

Secondo i dati statistici comunicati dall'ing. V. Engelhardt, direttore della Società anonima per impianti di acciaio elettrico di Berlino, si sarebbero costruiti, fino al principio dell'anno 1910, 114 forni elettrici, dei quali: 29 tipo Heroult, 17 tipo Girod, 31 ad induzione secondo i due sistemi Kjellin e Roechling; gli altri 37 forni vennero eseguiti seguendo altri 12 sistemi costruttivi derivati in massima parte da quelli precitati.

La richiesta media di energia in Kw-ore per produrre, con forni ad induzione, acciaio elettrico partendo da ghisa e rottami freddi si rileva dalla seguente tabella:

Potenza del forno Kw	Forno Kjellin Kw-ore	Forno Roechling-Rodenhauser Kw-ore
6-7	2200	—
100	1200	—
170	936	880
750	700	540

Richiesta di energia media per grosse unità	Kw-ore per tonn.
Ghisa direttamente dal minerale	2000
Acciaio » » »	3000
» da ghisa fredda	1500
» da ghisa fusa	1100
» da ghisa fredda e rottami freddi . . .	700
» da ghisa fusa e rottami freddi	600
» da rottame freddo	900

Acciaio elettrico ottenuto da acciaio Thomas col forno Roechling-Rodenhauser:

Qualità dolce.

C	S_i	M_n	S	F	Limite di elasticità	Resistenza	Dilatazione	Raccorciamento
°/o	°/o	°/o	°/o	°/o	Kg. mmq.	Kg. mmq.	Kg. mmq.	Kg. mmq.
0.07	0.02	0.27	0.02	traccie	26.6	35.8	38.0	68.5
0.09	0.12	0.33	0.02	0.01	30.2	40.0	36.0	70.5
0.18	0.02	0.40	0.02	traccie	36.0	47.0	32.0	56.0
0.24	0.32	0.80	0.02	»	36.0	52.0	29.0	51.2
0.37	0.19	0.80	0.01	0.02	36.0	62.4	23.0	40.0
0.43	0.28	0.80	0.01	0.01	40.0	68.0	22.0	40.2
0.60	0.29	0.72	0.02	traccie	42.0	75.0	18.0	32.0

Qualità più dure.

C	S_i	M_n	S	F
°/o	°/o	°/o	°/o	°/o
0.68	0.16	0.33	0.01	0.01
0.72	0.21	0.37	0.01	traccie
0.84	0.20	0.30	0.02	»
0.99	0.18	0.26	0.01	»
1.20	0.17	0.36	0,01	»
1.43	0.02	0.29	0.02	0.02
1.56	0.03	0,33	traccie	0.01

L'IDROPLANO FORLANINI.

L'idroplano in genere è uno scafo sostenuto non, come gli ordinari, dalla sua leggerezza specifica rispetto all'acqua, ma dalla reazione dinamica di questo fluido che si sviluppa durante il movimento.

Il tipo Forlanini (fig. 1-2) consiste in un battello di forma convenientemente studiata, il quale è munito di una serie di palette sovrapposte l'una all'altra sulle stesse aste portanti, tali aste

essendo, alla loro volta, montate su appositi traversoni girevoli intorno al loro asse. Queste palette compiono nell'idroplano l'ufficio che nell'areoplano compiono le ali; appena il battello comincia a muoversi sotto l'azione del motore, si sviluppa su di esse una reazione dinamica che le solleva dall'acqua una dopo l'altra man mano che la velocità cresce, facendo emergere la nave, la quale sostenuta così dalle sole palette più basse, vola a velocità altrimenti irraggiungibile.

Una paletta piana o leggermente curva che si muova in direzione orizzontale rettilinea sott'acqua, con una certa inclinazione sulla direzione orizzontale del movimento, incontra per parte dell'acqua una reazione r, applicata nel centro di pressione, che

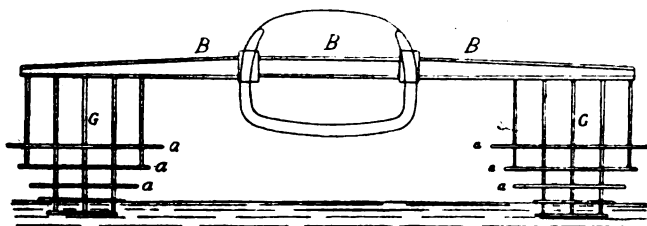



Fig. 1.

si può immaginare scomposta nelle due forze s orizzontale e p verticale.

Se si immagina che la paletta sia collegata, mediante due o più aste, al corpo di un apparecchio idrovolante soprastante al livello dell'acqua, la paletta sosterrà una porzione p del peso totale che chiameremo P di detto apparecchio e dovrà viceversa ricevere dall'apparecchio stesso, coll'intermediario delle aste, la spinta s che sarà una parte di quella S prodotta dal motore dell'apparecchio.

Risulta da ciò che, per ottenere il massimo rendimento nel funzionamento della paletta, bisogna curare quelle disposizioni che possono aumentare al massimo p e diminuire al minimo s, cioè, in sostanza, aumentare al massimo il rapporto $\frac{p}{s}$, notando che nella s bisogna pur comprendere anche la resistenza della parte immersa delle aste G.

È anche noto che, se V è la velocità del movimento, la r, e quindi la s e la p, aumentano assai prossimamente con V^2; e

siccome il peso totale dell'apparecchio è costante, ne viene la conseguenza che l'area totale di sostegno dell'apparecchio stesso diminuirà con V^2. E poichè la S, spinta totale dell'apparecchio, cresce da un lato con V^2 per la aumentata reazione dell'acqua sulle palette e diminuisce dall'altra parimenti con V^2 per la diminuzione della loro area immersa, ne viene la conseguenza teorica che la S, non variando le altre circostanze, è indipendente dalla velocità ed è quindi costante.

Fig. 2. — Idroplano Forlanini. Vista.

Perchè, però, la spinta S rimanga costante, non solo in teoria, ma anche in realtà, è necessario che la parte della paletta emersa dall'acqua non incontri più alcuna resistenza per parte dell'acqua stessa.

Occorre, quindi, non solo diminuire s ed aumentare p, ma ricorrere anche a disposizioni per le quali quella parte della superficie di sostegno, che diventa man mano inutile coll'aumentare della velocità, sia portata lontano dall'acqua in modo da non essere più toccata neanche dagli spruzzi d'acqua sollevati dall'apparecchio nel suo movimento.

Il solo modo pratico per allontanare sufficientemente dalla su-

perficie dell'acqua quella parte della superficie delle lame, che diventa inutile col crescere di V, consiste nel frazionare la superficie di sostegno totale in un certo numero di palette disposte a differenti livelli ed il miglior modo di realizzare questa condizione consiste nel disporre le palette a diversi livelli una sopra l'altra in modo da utilizzare le medesime aste G di attacco all'apparecchio fuori acqua, per diverse pallette sovrapposte, con che si riduce al minimo quella parte di resistenza che è dovuta all'immersione delle aste G. Tale riduzione di resistenza delle aste G è ancor maggiore per il fatto che queste aste lavorano per compressione e tendono ad inflettersi, in ragione della loro lunghezza, come solidi caricati di punta; le palette sovrapposte interrompono la lunghezza delle aste G e permettono quindi di diminuire la sezione di queste aste e pertanto la loro resistenza al moto nell'acqua.

Le palette sovrapposte devono essere collocate a sufficiente distanza fra loro per modo che ciascuna abbia il suo pieno effetto sull'acqua; praticamente basta una distanza di poco superiore alla lunghezza delle palette nel senso del movimento, e, quando tale condizione sia soddisfatta, si ottiene, meglio che con qualsiasi altra disposizione, il grande vantaggio di far lavorare ogni paletta in acqua non precedentemente disturbata da altre palette. Finalmente le palette sovrapposte, od anche solo a diversi livelli, è bene siano di grandezze decrescenti dall'alto al basso (fig. 3) in modo che escano prima dall'acqua le palette più grandi e ciò perchè data la variazione dell'area inversamente a V^2, si può così evitare di dover fare un numero eccessivo di palette sovrapposte e di avere delle aste G eccessivamente lunghe.

Ad ottenere l'aumento di p e cioè dell'efficacia specifica dell'unità di superficie, come pure ad ottenere la diminuzione di s ed in altri termini ad ottenere sostanzialmente il massimo rapporto $\frac{p}{s}$, occorre dare alle palette una inclinazione conveniente nonchè una forma in pianta, una curvatura ed una sezione trasversale e longitudinale opportunamente studiate. Per palette di pianta rettangolare l'effetto specifico cresce col crescere del rapporto fra la larghezza e la lunghezza, considerate rispetto alla direzione del movimento, rapporto che praticamente vuol essere almeno eguale a 5 e può convenientemente essere di 100 e più; l'effetto cresce ancora assottigliando e curvando le due estremità della paletta in forma di ala (fig. 3).

Per quanto riguarda la sezione trasversale (nel senso del movimento), le palette devono essere a spigoli taglienti, principalmente quello posteriore; devono essere leggermente curve colla concavità verso il basso, con una saetta di circa $^1/_{20}$ della lunghezza della sezione e colla massima concavità ad $^1/_3$ circa di detta lunghezza verso l'avanti; l'ingrossamento in corrispondenza allo spigolo anteriore della paletta (fig. 3), ha per effetto di aumentare il rendimento $\frac{p}{s}$ togliendo lo spazio morto ed i vortici che altrimenti si formerebbero sotto la paletta in quel punto; tale

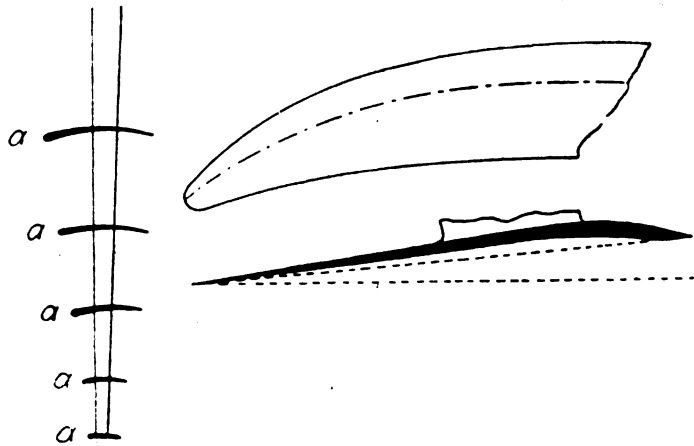



Fig. 3. — **Asta porta-pale e dettaglio delle pale.**

ringrossamento ha anche il vantaggio di contribuire alla solidità della paletta contro gli sforzi di flessione a cui è soggetta. La pressione dell'acqua sulle pale, in buone condizioni di funzionamento ed a grandi velocità, assume dei valori considerevoli che possono arrivare a 50,000 kg. per metro quadrato ed oltre; ciò obbliga a moltiplicare il numero delle aste su cui sono appoggiate ed a dare alle palette un forte spessore; ambedue queste circostanze aumentano s e diminuiscono quindi il rapporto $\frac{p}{s}$.

Bisogna dunque costruire le palette ed anche le loro aste cogli acciai più resistenti.

Per quanto riguarda la sezione longitudinale (normale al movimento) si diminuisce lo spessore medio della paletta, e quindi si diminuise s, foggiando la detta sezione in modo da fare della paletta un solido di eguale resistenza alla flessione.

Le palette sono poggiate a due o più aste, coll'estremità in sbalzo, poichè ciò permette di diminuire il numero delle aste o la loro distanza, e quindi lo spessore delle palette, e contribuisce quindi in un modo o nell'altro a diminuire s.

Si diminuisce inoltre s col diminuire l'attrito dell'acqua sulle palette ed aste, per il che questi organi devono essere lucidati a specchio e nichelati od altrimenti difesi dalla ruggine.

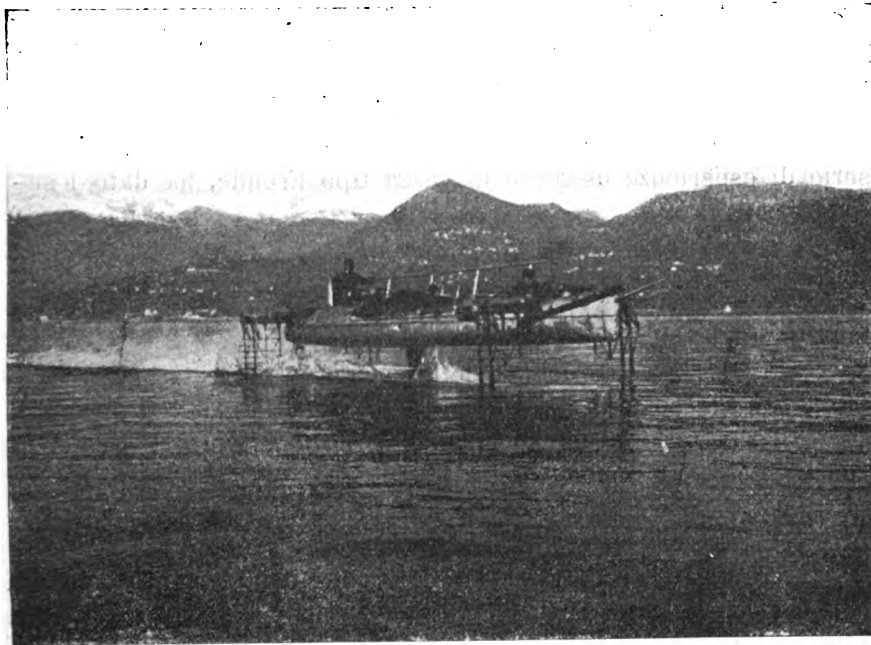



Fig. 4. — Idroplano Forlanini in piena velocità.

A diminuire s concorre la forma e posizione delle aste o gambe G; come posizione le aste devono attaccarsi alle palette in corrispondenza del centro di pressione dell'acqua sulle medesime e devono essere dirette all'incirca perpendicolarmente alle palette.

Come forma, le aste devono avere preferibilmente una sezione lenticolare dissimmetrica, detta sezione essendo lunga almeno cinque volte la larghezza e col massimo spessore a $^1/_3$ circa verso l'avanti; inoltre è bene che la grossezza delle aste vada diminuendo dall'alto in basso.

È poi importantissimo che l'attacco delle aste colle palette non sia causa di un aumento di s, il che avverrebbe se un tale at-

tacco fosse eseguito mediante cantonali, chiodi, viti, ecc.; l'asta deve semplicemente attraversare le palette ed essere saldata alle medesime con semplice saldatura a stagno, o forte od autogena; nell'attraversamento essa può essere conica od a gradino, per meglio assicurare la trasmissione dello sforzo della paletta all'asta; nel punto dove l'asta attraversa la paletta, quest'ultima rimane indebolita contro lo sforzo di flessione e può opportunamente essere rinforzata da un ringrosso.

Per quanto riguarda l'inclinazione, è chiaro che essa ha una influenza grandissima sul rapporto $\frac{p}{s}$.

Con palette di buone forme, ben lucide e nichelate, una lunga serie di esperienze eseguite in vasca tipo Froude, ha dato i seguenti risultati:

$$p = (12 + 425\,\alpha - 1250\,\alpha^2)\,A\,V^2 \qquad [1]$$
$$s = (1{,}20 + 100\,\alpha)\,A\,V^2 \qquad [2]$$

nelle quali formule

A è la superficie della paletta in metri quadrati;

V la sua velocità orizzontale, sott'acqua, in metri al secondo;

p ed s sono, in chilogrammi, la reazione verticale ed orizzontale dell'acqua sulla paletta;

α è, in parti di raggio, l'inclinazione della paletta e più precisamente della sua corda, coll'orizzonte.

I valori di p ed s, dati da queste formole, si riferiscono alla sola paletta e non comprendono la resistenza al moto dovuta alle aste G.

Da queste formole risulta, per divisione, la costanza di $\frac{p}{s}$ per un dato valore di α; da esse risulta ancora, differenziando, che il massimo $\frac{p}{s}$ corrisponde ad $\alpha = 0{,}063$ valore confermato abbastanza bene dalla pratica; per tale valore si ha:

$$p = 34\,A\,V^2$$
$$s = 1{,}6\,A\,V^2$$
$$p = 21\,s \text{ circa.}$$

Cioè la spinta occorrente alla propulsione di un apparecchio idrovolante si riduce ad $^1/_{21}$ del suo peso, più le altre resistenze secondarie dovute alle aste, all'urto dell'aria sul corpo dell'apparecchio, ecc.

Variando x in più o in meno del valore che corrisponde al massimo $\frac{p}{s}$, valore che si potrebbe chiamare x *optimum*, il rapporto $\frac{p}{s}$ diminuisce, dapprincipio leggermente e poi più rapidamente, quanto maggiore è la distanza dell'x *optimum*.

***

Le figure 2 e 4 rappresentano l'idroplano Forlanini in esperimento nelle acque del Lago Maggiore. Esso ha lo scafo lungo 10 metri, tutto in lamiera saldata. I traversoni sono in numero di due, l'uno a prora l'altro a poppa della nave, e distano tra loro otto metri.

Ogni braccio di ciascun traversone porta otto palette sovrapposte distanti le une dalle altre da 10 a 15 centimetri.

Le palette superiori d'ogni gruppo restano a flor d'acqua quando l'apparecchio è fermo; quando per la forza di propulsione l'apparecchio si solleva, l'imbarcazione riposa soltanto sopra le palette più basse, che hanno circa cinque decimetri quadrati di superficie, e lo scafo viene a trovarsi sollevato circa 60 cm. dall'acqua.

Il motore *Fiat* da 100 HP è situato a poppa e trasmette il suo movimento all'elica, la quale è collocata a metà dello scafo, con l'asse a 30 cm. più in basso delle ultime palette.

Completano il macchinario un serbatoio di benzina della capacità di 100 litri, posto anteriormente per equilibrare il peso e le necessarie tubazioni.

La benzina contenuta nel serbatoio può bastare per tre ore di navigazione.

L'idroplano nelle prove del 3 ottobre 1910 è arrivato a trasportare oltre il pilota ed il macchinista, altre quattro persone, pesando, così, con tutto l'equipaggio, circa 23 quintali. La velocità raggiunta è stata di 70 km. all'ora.

La più grande locomotiva del mondo

del peso di 280 tonnellate venne costruita recentemente nelle officine della Atchinson Topeka and Santa Fè Railway. La macchina appartiene al tipo Mallet Compound ed è destinata a trascinare dei treni merci di 2000 tonn. su una linea dell'Arizona con forti pendenze e curve di piccolo raggio. Ha dieci assi motori e due di corsa; il carico utile di ognuno di essi è di 25 tonn. circa. I tubi di fumo hanno una lunghezza di soli 5 metri; nella

parte anteriore sono disposti tre fasci di tubi separati tra loro da altrettante camere del fumo; il primo di essi è surriscaldatore ed è attraversato dal vapore che provenendo dalla caldaia va ad immettere nel cilindro ad alta; il secondo fascio di tubi funziona da ricevitore e surriscaldatore intermedio del vapore di scarico dei cilindri ad alta pressione prima della sua ammissione nei cilindri a bassa pressione; il terzo infine funziona da economizzatore ed è attraversato dall'acqua di alimentazione della caldaia. Il focolare, tipo Jacobs-Shupert viene alimentato con petroli pesanti.

Ognuna delle due coppie di cilindri agisce sul terzo asse di ciascun gruppo di cinque ruote accoppiate; le ruote montate sul terzo asse sono senza anelli di controrotaia per facilitare il passaggio delle curve.

Poichè lungo il percorso non era possibile il rifornimento d'acqua, questa locomotiva venne munita di un tender di grande capacità portato da due carrelli a tre assi.

Dimensioni principali:

Diametro del cilindro ad alta . . .	710	mm.
» » a bassa . . .	965	»
Corsa	812	»
Diametro delle ruote motrici . . .	1,93	mt.
Distanza » » » . . .	15	»
» fissa per ogni gruppo . . .	5,93	»
» totale delle ruote	19,95	»
Diametro della caldaia	1,95	»
Altezza della cald. sul piano del ferro	2,95	»
Pressione del vapore	16	atm.
Superficie di riscald. dei tubi . . .	338	mq.
» » nell'economiz.	248	»
» » totale	612	»
» del surriscaldatore . . .	217	»
» della griglia	7,6	»
Altezza totale della locomotiva . . .	4,65	mt.
Peso in servizio	279,4	tonn.
Peso utile	250	»

Tender.

Diametro delle ruote	0,86	mt.
Distanza » »	9,75	»
Peso a vuoto	47,7	tonn.
» in servizio	107	»
Riserva d'acqua	45,5	mc.
» d'olio combustibile	15,2	»

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, Gerente.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 17 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Settembre 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.
Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Sul calcolo delle travi prismatiche inclinate

Ing. Edmondo Casati

Si consideri una trave $A\,B$ a sezione costante; ad asse rettilineo, con appoggi non di livello. Riferiamo la trave al suo asse geometrico di cui sia

α l'inclinazione all'orizzontale,
l la lunghezza della proiezione orizzontale,
p l'intensità del carico ripartito uniformemente per unità di lunghezza della proiezione orizzontale.

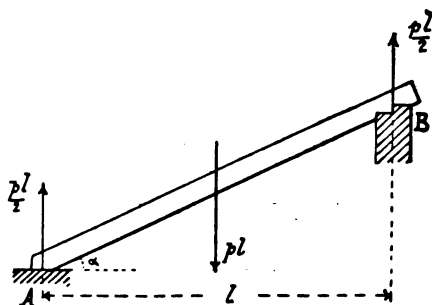
Si vuole determinare il valore massimo delle tensioni unitarie interne nelle diverse condizioni di posa che si possono presentare, e confrontare questi valori con quelli che si hanno per una trave orizzontale, semplicemente appoggiata agli estremi, lunga l, e caricata nello stesso modo della trave in questione.

Alcuni casi pratici, presentatisi a noi specialmente nel calcolo dei puntoni delle capriate, ci hanno condotto a conclusioni molto semplici, che non ci consta siano state da altri esposte, e che perciò vogliamo qui riferire.

1.º Caso. — La trave $A\,B$ alle sue estremità sia tagliata in modo da presentare due piani orizzontali di appoggio (fig. 1); se in B la larghezza del muro è considerevole di fronte alle dimensioni della trave, si può immaginare un appoggio a gradini, come è indicato in figura; oppure si può supporre la trave appoggiata in A e B su banchine di legno, come comunemente si usa nella pratica.

Ammesso che non si verifichi alcuna tendenza allo scorrimento, le reazioni in A e B saranno verticali, uguali ciascuna a $\frac{p\,l}{2}$.

Ove non si verifichi questo speciale modo di appoggio, suppo-

fig. 1

niamo (fig. 2) che sugli appoggi si provochi attrito sufficiente perchè la trave possa rimanere in equilibrio: decomposto cioè il

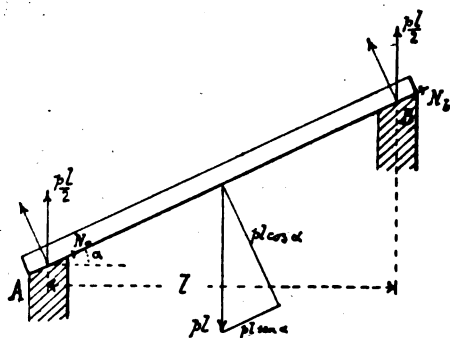



fig. 2

carico totale $p\,l$ in due forze, una parallela, e l'altra normale all'asse della trave, sia verificata la diseguaglianza

$$p\,l \text{ sen } \alpha < f\,p\,l \cos \alpha$$

essendo f il coefficiente di attrito relativo ai due corpi a contatto. In tal caso, ove si ammetta che l'attrito agisca ugualmente in A e B, le reazioni dei vincoli saranno uguali fra loro e ciascuna sarà la risultante di due forze, una di intensità $\frac{1}{2}\,p\,l$ sen α di-

retta secondo l'asse della trave, l'altra di intensità $\frac{1}{2} p\, l \cos \alpha$ diretta normalmente all'asse dalla trave. La risultante di queste due forze, cioè la reazione del vincolo sarà ancora verticale e di intensità $\frac{p\, l}{2}$, come nel caso prima supposto.

Rappresenti $A\, B$ l'asse della trave (fig. 3): questa, che è in equilibrio sotto l'azione simultanea delle tre forze verticali (il

fig. 3

carico e le due reazioni), è sollecitata in ogni sua sezione a sforzo normale (pressione o tensione), flessione e taglio.

Nello studio presente non ci occupiamo della sollecitazione al taglio, che, com'è noto, è sempre molto piccola di fronte alle altre due; la formula da applicarsi per la determinazione della tensione unitaria interna provocata dalla sollecitazione composta di pressoflessione è

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M\, y}{J}$$

dove i simboli hanno i significati noti (1), e cioè:

N = sforzo normale (positivo se di tensione, negativo se di pressione) per la sezione che si considera,

M = momento flettente per la stessa sezione,

F, J = area e momento di inerzia (rispetto all'asse di flessione) della sezione trasversale della trave,

(1) Per i simboli e i segni si seguono le notazioni del testo: G. GUIDI, *Lezioni sulla scienza delle costruzioni*, 5.ª edizione.

y = distanza della fibra che si considera dall'asse di flessione, misurata parallelamente all'asse di sollecitazione.

Nella trave $A\,B$ presa in esame, lo sforzo normale N varia da A a B con legge lineare, passa cioè da un massimo di tensione in B dato dalla componente assiale della reazione verticale $\frac{p\,l}{2}$:

$$N_b = \frac{1}{2}\,p\,l \text{ sen } \alpha,$$

ad un massimo di pressione in A uguale a

$$N_a = N_b - p\,l \text{ sen } \alpha = -\frac{1}{2}\,p\,l \text{ sen } \alpha,$$

e si annulla per la sezione di mezzo della trave.

Per una sezione S a distanza orizzontale x dall'origine A si ha

$$N_x = N_b - p\,(l - x) \text{ sen } \alpha = p\left(x - \frac{l}{2}\right) \text{ sen } \alpha.$$

Il momento flettente per la stessa sezione S vale

$$M_x = \frac{p\,l}{2}\,x - \frac{p\,x^2}{2} = \frac{p}{2}\,x\,(l - x).$$

La tensione unitaria massima e la pressione unitaria massima per la sezione S sono rispettivamente date da

$$\left.\begin{aligned} \sigma' &= \frac{N_x}{F} + \frac{M_x\,y'}{J} = \frac{p}{F}\left(x - \frac{l}{2}\right) \text{ sen } \alpha + \frac{p}{2}\,x\,(l - x)\,\frac{y'}{J} \\ \sigma'' &= \frac{N_x}{F} - \frac{M_x\,y''}{J} = \frac{p}{F}\left(x - \frac{l}{2}\right) \text{ sen } \alpha - \frac{p}{2}\,x\,(l - x)\,\frac{y''}{J} \end{aligned}\right\} \quad [1]$$

dove y', y'' sono le distanze delle fibre più lontane dell'asse di flessione, rispettivamente per la zona tesa e per quella compressa.

Avendo supposto la trave a sezione costante e quindi costante y' e y'', le ascisse x_0 e x_0 delle sezioni per le quali si verificano rispettivamente i massimi di σ' e σ'' sono date dalle

$$\frac{d\,\sigma'}{d\,x} = 0 \qquad \text{e} \qquad \frac{d\,\sigma''}{d\,x} = 0$$

ossia

$$\left.\begin{aligned} \frac{1}{F}\,\frac{d\,N_x}{d\,x} + \frac{y'}{J}\,\frac{d\,M_x}{d\,x} = 0 \\ \frac{1}{F}\,\frac{d\,N_x}{d\,x} - \frac{y''}{J}\,\frac{d\,M_x}{d\,x} = 0 \end{aligned}\right\}$$

le quali forniscono i valori cercati:

$$\left.\begin{aligned} x_0 &= \frac{l}{2} + \frac{J}{y' F} \operatorname{sen} \alpha. \\ \mathrm{x}_0 &= \frac{l}{2} - \frac{J}{y'' F} \operatorname{sen} \alpha. \end{aligned}\right\} \quad [2]$$

Nel caso speciale in cui fosse $y' = y''$, le due sezioni nelle quali si verificano max σ' e max σ'' risultano pertanto simmetriche rispetto alla sezione di mezzo della trave e distanti da questa di $\frac{J}{y' F} \operatorname{sen} \alpha$.

I valori max $\sigma' = \sigma'_0$ e max $\sigma'' = \sigma''_0$ si ottengono sostituendo il valore di x_0 e x_0 rispettivamente nelle espressioni di σ' e σ'' date dalle [1]. Risulta dopo semplicissime riduzioni

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_0 &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} + \frac{p\, J}{2\, y'\, F^2} \operatorname{sen}^2 \alpha \\ -\sigma''_0 &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y''}{J} + \frac{p\, J}{2\, y''\, F^2} \operatorname{sen}^2 \alpha. \end{aligned}\right\} \quad [3]$$

In ambedue queste espressioni (coincidenti nel caso di $y' = y''$) il primo termine del secondo membro dà la tensione unitaria interna massima per una trave orizzontale lunga l semplicemente appoggiata agli estremi, avente la stessa sezione della trave data $A\,B$ e caricata uniformemente di un carico p per unità di lunghezza. Il secondo termine, indipendente da l, nei casi della pratica ha importanza piccolissima, affatto trascurabile di fronte al primo, anche quando sia l abbastanza piccolo (con che si diminuisce il primo termine) ed α abbastanza grande (con che si aumenta il secondo termine). Ciò si può vedere bene ponendo sotto altra forma le [3]. Possiamo difatti scrivere:

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_0 &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} \left(1 + \frac{4\, J^2}{y'^2\, l^2\, F^2} \operatorname{sen}^2 \alpha\right) = \\ &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} \left[1 + \left(2 \frac{\rho^2}{y'\, l} \operatorname{sen} \alpha\right)^2\right] \\ -\sigma''_0 &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y''}{J} \left(1 + \frac{4\, J^2}{y''^2\, l^2\, F^2} \operatorname{sen}^2 \alpha\right) = \\ &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y''}{J} \left[1 + \left(2 \frac{\rho^2}{y''\, l} \operatorname{sen} \alpha\right)^2\right] \end{aligned}\right\} \quad [3']$$

dove $\rho^2 = \frac{J}{F}$.

Ora è facile persuadersi che il termine $\left(2\frac{\rho^2}{y' l}\operatorname{sen}\alpha\right)^2$ è assolutamente trascurabile di fronte all'unità anche quando si cerchi di renderlo massimo. Stando, ad es., al caso di una sezione per cui $y' = y'' = \frac{h}{2}$ essendo h l'altezza della sezione, si ha che, variando la forma di questa fermo restando h, ρ varia e tende come limite massimo al valore $\frac{h}{2}$ (1); se si suppone $h = \frac{1}{10}\,l$ ed $\alpha = 80^0$ risulta

$$\left(2\frac{\rho^2}{y' l}\operatorname{sen}\alpha\right)^2 = 0{,}0097.$$

Che se poi si sta ai casi pratici, i valori per ρ ed α sono sempre notevolmente minori di quelli prima supposti e quindi minore risulta il termine sopra considerato.

Riguardo al valore di α si osservi difatti che nel caso dell'equilibrio limite è

$$f\,p\,l\,\cos\alpha = p\,l\,\operatorname{sen}\alpha$$

ossia

$$f = tg.\,\varphi = tg.\,\alpha$$

essendo φ l'angolo d'attrito. Assunto $f_1 = 0{,}60$ come coefficiente di attrito tra legno e muratura durante il moto, e ritenendo $f = 1{,}5\,f_1 = 0{,}90$ risulta

$$\varphi = \alpha = 42^0.$$

(Per ferro e muratura: $f = 1{,}5 \times 0{,}50 = 0{,}75$ e $\varphi = \alpha = 37^0$ ↩).

È inutile quindi considerare valori di α superiori al precedente perchè travi maggiormente inclinate non potrebbero stare in equilibrio senza altri vincoli oltre a quelli qui presupposti. Che anzi, se si suppone superato l'istante corrispondente all'inizio del

---

(1) Difatti $\rho = \sqrt{\frac{J}{F}}$, onde, per una data sezione F, ρ è massimo quando è massimo J, cioè quando la materia si allontana il più possibile dall'asse di flessione, come è nel caso di una trave a doppia T teorica per la quale l'anima si riduce a spessore infinitesimo; se $\frac{F}{2}$ è l'area di ciascun corrente, è $J = F\left(\frac{h}{2}\right)^2$ onde $\rho = \sqrt{\frac{J}{F}} = \frac{h}{2}$.

moto (attrito di primo distacco) e che la trave scenda di moto uniforme, essendo $f_1 = 0{,}60$, risulta $\varphi_1 = \alpha_1 = 31^0$ (per ferro e muratura è $\varphi_1 = \alpha_1 = 26^\circ\ 40'$).

Alcuni esempi numerici dimostreranno l'ordine di grandezza del binomio in parentesi che comparisce nelle [3'].

Sia

$$l = 300 \text{ cm.}; \ \alpha = 42^\circ.$$

Trave a sezione rettangolare cm. 10×14; $y' = y'' = 7$ cm.; $F = 140$ cm²; $J = 2282$ cm⁴; $\rho^2 = 16{,}3$ cm²,

$$\sigma'_o = -\sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}0001).$$

Trave a sezione rettangolare cm. 20×28; $y' = y'' = 14$ cm.; $F = 560$ cm²; $J = 36586$ cm⁴; $\rho^2 = 65{,}3$ cm²,

$$\sigma'_o = -\sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}0004).$$

Trave a sezione circolare $d = 20$ cm.; $y' = y'' = 10$ cm.; $F = 314$ cm.²; $J = 7\ 854$ cm⁴; $\rho^2 = 25$ cm²,

$$\sigma'_o = -\sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}0001).$$

Trave a doppio **T** N. 20 (profili normali tedeschi): $y' = y'' = 10$ cm.: $F = 33{,}6$ cm²; $J = 2160$ cm⁴: $\rho^2 = 64{,}3$ cm²,

$$\sigma'_o = -\sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}0008).$$

Sia $l = 600$ cm.; $\alpha = 30^\circ$; caso che si presenta frequentissimo nel calcolo delle travi di armatura dei tetti, la cui inclinazione per i nostri climi è appunto di circa $27^0 \div 30^\circ$.

Trave a sezione rettangolare cm. 20×28,

$$\sigma'_o = -\sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}00006).$$

Trave a sezione circolare $d = 25$ cm.; $y' = y'' =$ cm. 12,5; $F = 491$ cm²; $J = 19175$ cm⁴; $\rho^2 = 39$ cm².

$$\sigma'_o = -\sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}00003).$$

Trave a doppio **T** N. 20:

$$\sigma'_0 = -\sigma''_0 = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}0001).$$

Trave formata da due cantonali accoppiati **˥┌** $\frac{100 \times 100}{10}$:

$y' = \text{cm}.\,7{,}13$; $y'' = \text{cm}.\,2{,}87$; $F = \text{cm}^2\,38$; $J = 360\,\text{cm}^4$; $\rho^2 = 9{,}47\,\text{cm}^2$

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 + 0{,}000005) \\ -\sigma''_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J}(1 + 0{,}00003). \end{aligned}\right\}$$

Apparisce da questi esempi che il binomio in parentesi delle [3'] diversifica dall'unità di quantità assolutamente trascurabili. Ed è ovvio che nella pratica, data la natura dei calcoli che qui si considerano, non è affatto necessario, e sarebbe anzi ozioso, tener conto di tali termini di correzione. Pertanto può concludersi che in via di approssimazione, più che sufficiente. può ritenersi

$$\sigma'_0 = \sigma'_{max} = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J} \qquad \text{e} \qquad -\sigma''_0 = -\sigma''_{max} = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J}$$

che sono le ben note formule per il calcolo della tensione e pressione interne unitarie massime per una trave orizzontale, lunga l e caricata uniformemente del carico p per unità di lunghezza.

2.° Caso. — La trave è vincolata a cerniera in A (fig. 4) ed appoggiata in B, essendo ivi la reazione diretta normalmente all'asse della trave. In tale ipotesi resta determinata anche la reazione della cerniera A, la quale deve ritenersi come la rappresentazione grafica teorica del caso pratico di un appoggio fornito da una risega di muro.

Se l'appoggio B, invece che essere fornito da uno spigolo, fosse fornito da un piano di appoggio inclinato di α all'orizzonte, come è noto, l'azione mutua che i corpi a contatto si trasmettono è una forza ripartita con legge indeterminata; ma ammettendo, come di solito, che questa azione si ripartisca uniformemente sul piano di appoggio, la possiamo sostituire colla risultante che sarà applicata al centro della superficie di appoggio, e, ove si supponga che non si generi attrito, sarà ancora diretta normalmente all'asse della trave.

La trave è compressa in tutta la sua lunghezza dalla componente assiale del carico $p\,l$; questo sforzo di compressione varia linearmente andando da B, dove ha valore nullo, verso A dove raggiunge il valore massimo

$$N_a = -p\,l \operatorname{sen} \alpha$$

e per una sezione S a distanza orizzontale x da A sarà

$$N_x = -p\,(l - x) \operatorname{sen} \alpha.$$

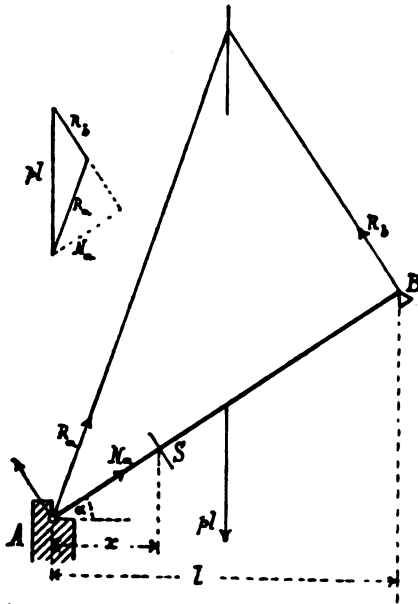



fig. 4

Il momento flettente per la stessa sezione S vale

$$M_x = \frac{p\,l}{2}\,x - \frac{p\,x^2}{2} = \frac{p}{2}\,x\,(l - x).$$

Onde per detta sezione avremo

$$\left.\begin{aligned} \sigma' &= -\frac{p}{F}(l - x) \operatorname{sen} \alpha + \frac{px}{2}(l - x)\frac{y'}{J} \\ \sigma'' &= -\frac{p}{F}(l - x) \operatorname{sen} \alpha - \frac{px}{2}(l - x)\frac{y''}{J} \end{aligned}\right\} \qquad [4]$$

Le ascisse x_0 e $\mathbf{x}_0$ delle sezioni per le quali si ha rispettivamente max σ' e max σ'' si ottengono dalle

$$\frac{d\,\sigma'}{d\,x} = 0 \qquad \text{e} \qquad \frac{d\,\sigma''}{d\,x} = 0$$

le quali forniscono come nel 1.° caso

$$x_0 = \frac{l}{2} + \frac{J}{y' F} \operatorname{sen} \alpha$$

$$\mathrm{x}_0 = \frac{l}{2} - \frac{J}{y'' F} \operatorname{sen} \alpha.$$

E questi valori sostituiti rispettivamente nella 1.ª e 2.ª della [4] dànno per risultato

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_0 = \sigma'_{\max} &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} + \frac{p\, J}{2\, y' F^2} \operatorname{sen}^2 \alpha - \frac{p\, l}{2\, F} \operatorname{sen} \alpha \\ -\sigma''_0 = -\sigma''_{\max} &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y''}{J} + \frac{p\, J}{2\, y'' F^2} \operatorname{sen}^2 \alpha + \frac{p\, l}{2\, F} \operatorname{sen} \alpha. \end{aligned}\right\} \quad [5]$$

In queste formule, oltre ai due termini che già comparivano nelle [3] relative al 1.° caso, entra un terzo termine dipendente sia dall'inclinazione α che dalla lunghezza l, e cresce col crescere di queste due quantità. Osservando che $A\,B = \frac{l}{\cos \alpha}$, si vede che mentre α passa da 0° a 90°, cioè mentre la trave rotando attorno ad A assume tutte le posizioni, dall'orizzontale fino alla verticale, la lunghezza $A\,B$ cresce contemporaneamente da l a ∞, il che dice che, restando fisso l, anche se esso è molto piccolo, quando α supera un certo valore, $A\,B$ cresce così rapidamente da assumere lunghezze non più ammissibili nella pratica.

Se invece è variabile l essendo costante α, si osservi che crescendo l il primo termine delle [5] cresce proporzionalmente a l^2, il terzo termine proporzionalmente a l, quindi la sua importanza di fronte al primo diventa sempre più trascurabile.

Del resto possiamo anche qui trasformare le [5] in modo da rendere evidente il grado d'importanza del 2.° e 3.° termine rispetto al 1.°; si ha infatti

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_0 &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} \left(1 + \frac{4\, J^2}{y'^2\, l^2\, F^2} \operatorname{sen}^2 \alpha - \frac{4\, J}{y'\, l F} \operatorname{sen} \alpha\right) = \\ &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} \left(1 - \frac{2\, \rho^2}{y'\, l} \operatorname{sen} \alpha\right)^2 \\ -\sigma''_0 &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y''}{J} \left(1 + \frac{4\, J^2}{y''^2\, l^2\, F^2} \operatorname{sen} \alpha + \frac{4\, J}{y''\, l F} \operatorname{sen} \alpha\right) = \\ &= \frac{p\, l^2}{8} \frac{y''}{J} \left(1 + \frac{2\, \rho^2}{y''\, l} \operatorname{sen} \alpha\right)^2 \end{aligned}\right\} \quad [5']$$

per le quali espressioni si possono ripetere considerazioni analoghe a quelle fatte pel caso precedente. Più brevemente possiamo scrivere

$$\left.\begin{aligned} \sigma' &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}\left(1-\vartheta'\right) \\ -\sigma''_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J}\left(1+\vartheta''\right) \end{aligned}\right\}$$

I seguenti esempi numerici dimostreranno quale valore possa assumere il termine ϑ' nei comuni casi della pratica. Aggiungeremo anche per ogni esempio il valore di p (kg. per ml.) calcolato colle formule esatte [5'], e di p_1 (kg. per ml.) calcolato colle formule della flessione semplice per la trave orizzontale semplicemente appoggiata, quando si faccia

$$\sigma'_0 = \text{carico di sicurezza} = \quad 70 \text{ kg-cm}^2 \text{ per il legno,}$$
$$= 1000 \text{ kg-cm}^2 \text{ per il ferro.}$$

Infine il coefficiente

$$\mu = \frac{p - p_1}{p}\,100$$

indica per ogni tipo di trave l'errore percentuale che si commette usando il calcolo approssimato.

Sia

$$l = 300 \text{ cm.}; \quad \alpha = 45^0.$$

Trave di legno a sezione rettangolare cm. 10 × 14

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 - 0{,}022) \qquad p = \text{kg. } 207$$
$$p_1 = \text{kg. } 202 \qquad \mu = 2{,}2\ \%.$$

Trave di legno a sezione rettangolare cm. 20 × 28

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 - 0{,}044) \qquad p = \text{kg. } 1700$$
$$p_1 = \text{kg. } 1626 \qquad \mu = 4{,}4\ \%.$$

Trave di legno a sezione circolare $d = 20$ cm.

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}(1 - 0{,}024) \qquad p = \text{kg. } 500$$
$$p_1 = \text{kg. } 488 \qquad \mu = 2{,}4\ \%.$$

Trave in ferro a doppio T n. 20 profili normali tedeschi

$$\sigma'_o = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 - 0{,}06) \qquad p = \text{kg. } 2042$$

$$p_1 = \text{kg. } 1920 \qquad \mu = 6\,\%.$$

Sia

$$l = 600 \text{ cm.}; \ \alpha = 30'.$$

Trave di legno a sezione rettangolare cm. 20 × 28

$$\sigma'_o = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 - 0{,}016) \qquad p = \text{kg. } 413$$

$$p_1 = \text{kg. } 406 \qquad \mu = 1{,}6\,\%.$$

Trave di legno a sezione circolare $d = 25$ cm.

$$\sigma'_o = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 - 0{,}009) \qquad p = \text{kg. } 240$$

$$p_1 = \text{kg. } 238 \qquad \mu = 0{,}9\,\%.$$

Trave di ferro a doppio T n. 20

$$\sigma'_o = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 - 0{,}002) \qquad p = \text{kg. } 490$$

$$p_1 = \text{kg. } 480 \qquad \mu = 2\,\%.$$

Trave di ferro formata di due cantonali accoppiati ⅂Γ $\frac{100 \times 100}{10}$

$$\sigma'_o = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 - 0{,}004) \qquad p = \text{kg. } 112{,}7$$

$$p_1 = \text{kg. } 112 \qquad \mu = 0{,}4\,\%.$$

In via di approssimazione, più che sufficiente nella pratica, anche per travi nelle condizioni di posa ora considerate si può ritenere dunque

$$\sigma'_o = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J} \qquad \text{e} \qquad \sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y''}{J}.$$

3.° Caso. — La trave è vincolata a cerniera in B (fig. 5) ed appoggiata in A essendo ivi la reazione diretta normalmente all'asse della trave. Resta quindi determinata anche la reazione

della cerniera *B*. Questa condizione di posa ha riscontro nella pratica ad es. quando si considerano due puntoni inchiavardati fra loro al vertice e appoggiati in alto sul muro o trave di colmo e in basso sui muri perimetrali del fabbricato.

Lo studio di questo caso è del tutto analogo a quello precedente, colla sola differenza che la trave *A B* è tesa, invece che compressa, in tutta la sua lunghezza da uno sforzo che cresce

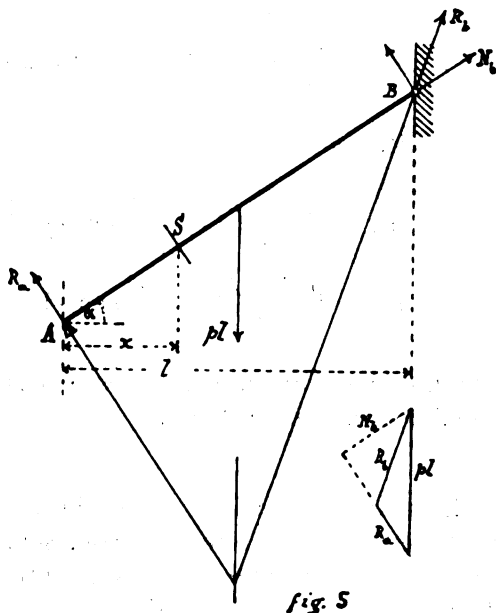



fig. 5

linearmente andando da *A*, dove ha valore nullo, verso *B* dove raggiunge il valore massimo

$$N_b = p\,l \text{ sen } \alpha.$$

E coi soliti simboli, per la sezione *S* a distanza orizzontale x da *A*, è

$$N_x = p\,x \text{ sen } \alpha$$

$$M_x = \frac{p\,x}{2}(l - x).$$

onde per tale sezione

$$\left.\begin{aligned} \sigma' &= \frac{p}{F} x \text{ sen } \alpha + \frac{p}{2} x (l - x) \frac{y'}{J} \\ \sigma'' &= \frac{p}{F} x \text{ sen } \alpha - \frac{p}{2} x (l - x) \frac{y''}{J} \end{aligned}\right\} \quad [6]$$

E colle $\frac{d\sigma'}{dx}=0$ e $\frac{d\sigma''}{dx}=0$ si ottengono i valori delle ascisse x_0 e $\mathbf{x}_0$ che coincidono con quelli trovati precedentemente poichè i termini in x contenuti nelle [6] sono gli stessi di quelli che compariscono nelle [4].

Sostituendo e riducendo si trovano le espressioni

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_{max} = \sigma'_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J} + \frac{p\,J}{2\,y'\,F^2}\operatorname{sen}^2\alpha + \frac{p\,l}{2\,F}\operatorname{sen}\alpha \\ -\sigma''_{max} = -\ \sigma''_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J} + \frac{p\,J}{2\,y''\,F^2}\operatorname{sen}^2\alpha - \frac{p\,l}{2\,F}\operatorname{sen}\alpha \end{aligned}\right\} \quad [7]$$

che possiamo al solito mettere sotto la forma

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}\left(1 + \frac{2\,\rho^2}{y'\,l}\operatorname{sen}\alpha\right)^2 \\ -\sigma''_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J}\left(1 - \frac{2\,\rho^2}{y''\,l}\operatorname{sen}\alpha\right)^2 \end{aligned}\right\} \quad [7']$$

per le quali stanno identicamente le stesse osservazioni e le stesse conclusioni del caso precedente.

4.° Caso. — La trave è vincolata a cerniera in A (fig. 6) ed appoggiata in B contro una parete verticale, senz'attrito: la reazione in B sarà quindi orizzontale e conseguentemente è nota la reazione A. Decomposta ciascuna reazione nel proprio punto di applicazione in una componente normale all'asse della trave e una componente diretta secondo l'asse della trave, quest'ultima misura lo sforzo normale ai due estremi; sforzo che è sempre di compressione e varia linearmente crescendo da B verso A.

Detto h il dislivello dei due punti A e B, e prendendo i momenti attorno ad A delle forze in equilibrio $p\,l$, R_a, R_b che sollecitano la trave, risulta

$$-R_b\,h + \frac{p\,l^2}{2} = 0 \qquad \text{donde} \qquad R_b = \frac{p\,l^2}{2\,h}.$$

La componente assiale di R_b vale dunque

$$N_b = -\frac{p\,l^2}{2\,h}\cos\alpha$$

e la componente assiale di R_a vale

$$N_a = N_b - p\,l \operatorname{sen} \alpha = -p\,l \left(\frac{l}{2h} \cos \alpha + \operatorname{sen} \alpha\right).$$

Per la sezione S sarà

$$N_x = N_b - p\,(l - x) \operatorname{sen} \alpha = -p \left[\frac{l^2}{2h} \cos \alpha + (l - x) \operatorname{sen} \alpha\right]$$

mentre è al solito

$$M_x = \frac{p\,x}{2}\,(l - x).$$

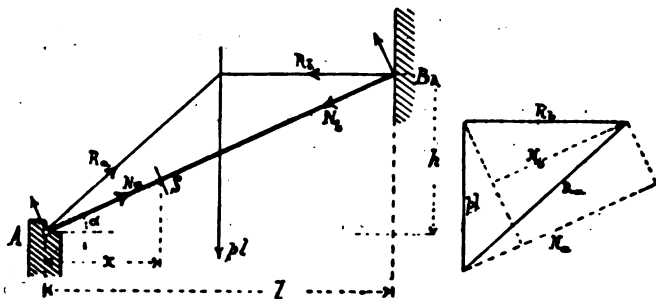



fig. 6

Onde per detta sezione si ha

$$\left.\begin{aligned} \sigma' &= -\frac{p}{F}\left[\frac{l^2}{2h} \cos \alpha + (l - x) \operatorname{sen} \alpha\right] + \frac{p\,x}{2}\,(l - x)\,\frac{y'}{J} \\ \sigma'' &= -\frac{p}{F}\left[\frac{l^2}{2h} \cos \alpha + (l - x) \operatorname{sen} \alpha\right] - \frac{p\,x}{2}\,(l - x)\,\frac{y''}{J}. \end{aligned}\right\} \qquad [8]$$

Al solito colle $\frac{d\sigma'}{dx} = 0$ e $\frac{d\sigma''}{dx} = 0$ si ottengono le ascisse x_o e $\mathbf{x}_o$ delle sezioni per le quali si ha rispettivamente $\max \sigma' = \sigma'_o$ e $\max \sigma'' = \sigma''_o$:

$$x_o = \frac{l}{2} + \frac{J}{y' F} \operatorname{sen} \alpha$$

$$\mathbf{x}_o = \frac{l}{2} - \frac{J}{y'' F} \operatorname{sen} \alpha$$

valori che sostituiti rispettivamente nella 1.ª e 2.ª delle [8], osservando che $h = \frac{l}{\cos\alpha}$, conducono alle seguenti espressioni

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_{max} = \sigma'_o &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J} + \frac{p\,J}{2\,y'\,F^2}\operatorname{sen}^2\alpha - \frac{p\,l}{2\,F\operatorname{sen}\alpha} \\ -\sigma''_{max} = -\sigma''_o &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J} + \frac{p\,J}{2\,y''\,F^2}\operatorname{sen}^2\alpha + \frac{p\,l}{2\,F\operatorname{sen}\alpha} \end{aligned}\right\} \quad [9]$$

od anche

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_o &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J}\left(1 + \frac{4\,\rho^4}{y'^2\,l^2}\operatorname{sen}^2\alpha - \frac{4\,\rho^2}{y'\,l\operatorname{sen}\alpha}\right) \\ -\sigma''_o &= \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J}\left(1 + \frac{4\,\rho^4}{y''^2\,l^2}\operatorname{sen}^2\alpha + \frac{4\,\rho^2}{y''\,l\operatorname{sen}\alpha}\right). \end{aligned}\right\} \quad [9']$$

Mentre nei casi precedenti, per $\alpha = 0$, le formule che danno $\max\sigma'$ e $\max\sigma''$ si riducono a quelle relative alla trave orizzontale, in questo caso si vede che, diminuendo α, l'ultimo termine in parentesi, e quindi anche σ'_o e $-\sigma''_o$, cresce continuamente per raggiungere il valore ∞ quando $\alpha = 0$. Se pertanto si suppone che α, pur non essendo nullo, sia abbastanza piccolo, σ'_o e $-\sigma''_o$ risultano molto grandi, come si vede oltre che dalle [9'] anche dal triangolo delle forze (fig. 6), nel quale R_a e R_b in tale ipotesi verrebbero ad incontrarsi sotto un angolo molto acuto, poichè, per α poco diverso da zero, le R_a ed R_b sono di pochissimo inclinate fra loro.

Ciò non è più se si tiene conto della resistenza di attrito che effettivamente si sviluppa tra muro e trave. La reazione in B non sarà più normale alla parete: supposto che per una causa qualunque la trave sia nel punto di muoversi verso il basso, la reazione R_b sarà diretta verso l'alto formando l'angolo φ di attrito coll'orizzontale per B (fig. 7). In tale ipotesi resta determinato anche R_a.

È facile trovare allora l'espressione di $\max\sigma'$ e $\max\sigma''$, operando come prima. Scrivendo infatti l'equazione di equilibrio alla rotazione attorno ad A si ottiene $R_b\,.\,\overline{AC} = \frac{p\,l^2}{2}$ ed essendo

$\overline{AC} = \overline{AB}\operatorname{sen}(\alpha+\varphi) = \frac{l}{\cos\alpha}\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)$, risulta

$$R_b = \frac{p\,l}{2}\,\frac{\cos\alpha}{\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)}$$

e perciò

$$N_b = -R_b \cos(\alpha+\varphi) = -\frac{1}{2}\, p\, l \frac{\cos(\alpha+\varphi)}{\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)} \cos\alpha,$$

e

$$N_x = -\left[N_b + p\,(l-x)\operatorname{sen}\alpha\right] =$$

$$= -\left[\frac{1}{2}\, p\, l \frac{\cos(\alpha+\varphi)}{\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)} \cos\alpha + p\,(l-x)\operatorname{sen}\alpha\right].$$

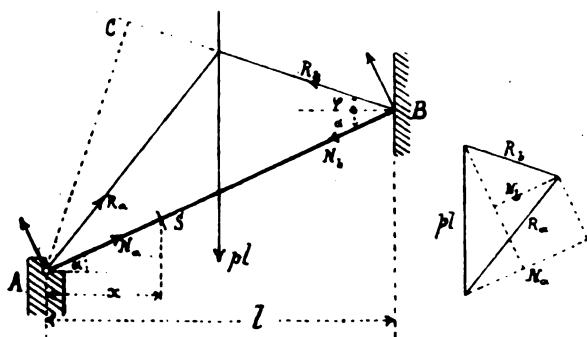



fig. 7

Essendo sempre

$$M_x = \frac{p\,x}{2}\,(l-x)$$

si ha per la sezione S

$$\left.\begin{aligned}
\sigma' &= -\frac{p}{F}\left[\frac{l}{2}\frac{\cos(\alpha+\varphi)}{\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)}\cos\alpha + (l-x)\operatorname{sen}\alpha\right] + \frac{p\,x}{2}\,(l-x)\frac{y'}{J}\\
\sigma'' &= -\frac{p}{F}\left[\frac{l}{2}\frac{\cos(\alpha+\varphi)}{\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)}\cos\alpha + (l-x)\operatorname{sen}\alpha\right] + \frac{p\,x}{2}\,(l-x)\frac{y''}{J}
\end{aligned}\right| \quad [10]$$

le cui derivate fatte rispetto ad x ed uguagliate a zero, danno i valori soliti per x_o e x_o, valori che sostituiti nelle predette espressioni forniscono

$$\left.\begin{aligned}
\sigma'_{max} &= \sigma'_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y'}{J} + \frac{p\,J}{2\,y'\,F^2}\operatorname{sen}^2\alpha - \frac{p\,l}{2\,F}\frac{\cos\varphi}{\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)}\\
-\sigma''_{max} &= -\sigma''_o = \frac{p\,l^2}{8}\frac{y''}{J} + \frac{p\,J}{2\,y''\,F^2}\operatorname{sen}^2\alpha + \frac{p\,l}{2\,F}\frac{\cos\varphi}{\operatorname{sen}(\alpha+\varphi)}
\end{aligned}\right| \quad [11]$$

od anche

$$\left.\begin{aligned}\sigma'_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\left(1 + \frac{4\,\rho^4}{y'^2\,l^2}\,\text{sen}^2\,\alpha - \frac{4\,\rho^2}{y'\,l}\,\frac{\cos\varphi}{\text{sen}\,(\alpha+\varphi)}\right)\\ -\sigma''_0 &= \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y''}{J}\left(1 + \frac{4\,\rho^4}{y''^2\,l^2}\,\text{sen}^2\,\alpha + \frac{4\,\rho^2}{y''\,l}\,\frac{\cos\varphi}{\text{sen}\,(\alpha+\varphi)}\right).\end{aligned}\right\} \quad [11']$$

Da queste formule si vede che anche per $\alpha = 0$, l'ultimo termine non è ∞, essendo esso funzione, oltre che di α, anche di φ; risulta anzi proporzionale a $\cot g\,\varphi = 1{,}73$ quando si assuma $\varphi = 30^0$.

Pertanto anche nell'ipotesi più sfavorevole di $\alpha = 0$, si vede che l'ultimo termine può trascurarsi di fronte al primo, ed a maggior ragione ciò può farsi se α è diverso da zero, cioè se la trave è inclinata, come si è supposto.

Riporteremo ancora qualche esempio numerico.

Sia

$$l = 300 \text{ cm.}; \qquad \alpha = 45^0; \qquad \varphi = 30^0.$$

Trave di legno a sezione rettangolare cm. 10×14

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 + 0{,}0001 - 0{,}028) \qquad p = \text{kg. } 208$$

$$p_1 = \text{kg. } 202 \qquad \mu = 2{,}9\ \%.$$

Trave di legno a sezione circolare $d =$ cm. 20

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 + 0{,}0001 - 0{,}0297) \qquad p = \text{kg. } 502$$

$$p_1 = \text{kg. } 488 \qquad \mu = 2{,}8\ \%.$$

Trave in ferro a doppio **T** N. 20 profilo normale tedesco

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 + 0{,}0008 - 0{,}0769) \qquad p = \text{kg. } 2078$$

$$p_1 = \text{kg. } 1920 \qquad \mu = 7{,}6\ \%.$$

Sia

$$l = 600 \text{ cm.}; \qquad \alpha = 30^0; \qquad \varphi = 30^0.$$

Trave di legno a sezione rettangolare cm. 20×28

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{8}\,\frac{y'}{J}\,(1 + 0{,}00006 - 0{,}031) \qquad p = \text{kg. } 418$$

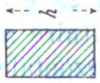
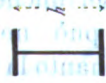
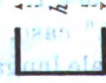
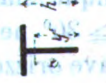
$$p_1 = \text{kg. } 405 \qquad \mu = 3\ \%.$$

Trave di ferro a sezione circolare $d = 25$ cm.

$$\sigma'_0 = \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} (1 + 0{,}00003 - 0{,}021) \qquad p = \text{kg. } 244$$

$$p_1 = \text{kg. } 239 \qquad \mu = 2\,\%.$$

Trave in ferro a doppio **T** N. 20

$$\sigma'_0 = \frac{p\, l^2}{8} \frac{y'}{J} (1 + 0{,}0001 - 0{,}043) \qquad p = \text{kg. } 501$$

$$p_1 = \text{kg. } 480 \qquad \mu = 4{,}2\,\%.$$

Come riepilogo delle cose dette, nella seguente tabella sono elencati i valori di μ — cioè dell'errore percentuale che si commette nel calcolo di p per un dato carico di sicurezza oppure di σ_{max} per un dato p quando alla trave inclinata si sostituisca nel calcolo la trave orizzontale corrispondente — per le sezioni più comuni di travi e per diversi valori del rapporto $\frac{h}{l}$, corrispondentemente a inclinazioni diverse per ciascuno dei quattro casi presi in esame.

Si osservi che l'errore percentuale diminuisce col diminuire del rapporto $\frac{h}{l}$; i valori considerati $\frac{h}{l} = \frac{1}{10}, \frac{1}{15}$ per le travi in legno, e $\frac{h}{l} = \frac{1}{15}, \frac{1}{20}$ per quelle in ferro sono fra i valori più alti tra quelli che più frequentemente si incontrano nella pratica per le ordinarie condizioni di carico.

Ora se si pensa che il carico di sicurezza per un dato materiale non è un numero fisso ma bensì variabile entro certi limiti — e così per il legno si può assumere tra 60 e 70 kg-cm², per il ferro tra 800 e 1000 kg-cm² con una variazione rispettivamente del 14 e 20 % — dall'esame della tabella risulta che tali variazioni sono maggiori dell'errore percentuale che in qualunque dei quattro casi considerati si commette usando il calcolo approssimato invece di quello rigoroso. Volendo tuttavia evitare gli scarti più forti per ciascuno dei quattro casi, possiamo enunciare la seguente regola:

« Dovendo calcolare una trave inclinata di α all'orizzonte, qua-« lunque sia α nel 1.° caso, finchè $\alpha \leqq 45°$ nel 2.° e 3.° caso ed « $\alpha \geqq 30°$ nel 4.° caso, si può nel calcolo sostituire ad essa una « trave orizzontale lunga quanto la proiezione orizzontale della trave

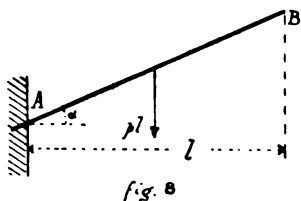
Sezione della trave	$\frac{\rho}{h}$	$\frac{h}{l}$	1.º Caso				2.º e 3.º Caso				4.º Caso			
			Valore di α				Valori di α				Valori di α			
			10º	30º	45º	80º	10º	30º	45º	80º	10º	30º	45º	70º
	0,289	$\frac{1}{10}$	0,003	0,025	0,05	0,100	1,2	3,2	4,6	6,3	9,0	6,7	5,9	5,7
		$\frac{1}{15}$	0,001	0,012	0,026	0,043	0,8	2,2	3,2	4,2	5,4	4,0	3,6	3,5
	0,25	$\frac{1}{10}$	0,002	0,015	0,031	0,06	0,9	2,5	3,6	4,9	6,7	5,0	4,5	4,3
		$\frac{1}{15}$	0,0008	0,0069	0,014	0,027	0,6	1,7	2,4	3,3	4,5	3,3	3,0	2,9
	0,40	$\frac{1}{15}$	0,005	0,045	0,091	0,17	1,5	4,3	6,0	8,2	11,5	8,5	7,6	7,4
		$\frac{1}{20}$	0,003	0,025	0,051	0,099	0,8	3,2	4,6	6,2	8,6	6,4	5,7	5,5
	0,39	$\frac{1}{15}$	0,005	0,04	0,08	0,15	1,4	4,0	5,5	7,7	10,8	8,0	7,2	6,9
		$\frac{1}{20}$	0,003	0,02	0,04	0,08	1,0	3,0	4,2	5,7	8,1	6,0	5,4	5,2
	0,306	$\frac{1}{15}$	0,0009	0,008	0,015	0,029	0,6	1,8	2,5	3,4	4,9	3,5	3,1	3,0
		$\frac{1}{20}$	0,0005	0,004	0,009	0,017	0,4	1,4	1,8	2,6	3,5	2,6	2,3	2,2

Profili normali tedeschi

« data e semplicemente appoggiata alle estremità, mantenendo in-
« variata la sezione della trave ed il carico uniformemente ripar-
« tito sulla proiezione orizzontale ».

Le cose dette per le travi a due appoggi si estendono facilmente al caso di travi incastrate ad un estremo e del resto libere.

Sia la trave $A\,B$ (fig. 8) incastrata in A: per essa la sezione

fig. 8

pericolosa è quella di incastro dove lo sforzo normale, di compressione, raggiunge il valore

$$N_a = -p\,l \operatorname{sen} \alpha$$

vale cioè tutta la componente assiale del carico $p\,l$; ed il momento flettente è

$$M_a = -\frac{p\,l^2}{2}.$$

Perciò per la sezione A si può scrivere:

$$\left.\begin{aligned} \sigma'_0 &= -\frac{p\,l}{F} \operatorname{sen} \alpha + \frac{p\,l^2}{2}\frac{y'}{J} = \frac{p\,l^2}{2}\frac{y'}{J}\left(1 - \frac{2\,\rho^2}{y'\,l} \operatorname{sen} \alpha\right) \\ -\sigma''_0 &= -\frac{p\,l}{F} \operatorname{sen} \alpha + \frac{p\,l^2}{2}\frac{y''}{J} = \frac{p\,l^2}{2}\frac{y''}{J}\left(1 + \frac{2\,\rho^2}{y''\,l} \operatorname{sen} \alpha\right) \end{aligned}\right| \qquad [12]$$

Come si è visto al 1.° caso, il termine $\frac{2\,\rho^2}{y'\,l} \operatorname{sen} \alpha$ è sempre abbastanza piccolo così da potersi trascurare di fronte all'unità, onde in via di approssimazione si può ritenere

$$\sigma'_0 = \frac{p\,l^2}{2}\frac{y'}{J}, \qquad -\sigma''_0 = \frac{p\,l^2}{2}\frac{y''}{J} \qquad [12']$$

che sono le formule relative alla trave orizzontale, incastrata in A, lunga l e caricata come la trave data.

Risultati analoghi si otterrebbero quando la trave fosse incastrata all'estremo superiore e del resto libera.

Nella seguente tabella sono elencati i valori dell'errore percentuale μ per diverse inclinazioni e per le comuni sezioni di travi quando alle formule [12] si sostituiscano le [12'].

	Sez. rettangolare		Sez. circolare		Sezione a I		Sezione a C		Sezione a T	
$\frac{h}{l} =$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{20}$
$= 10^\circ$	0,58	0,38	0,43	0,29	0,74	0,56	0,69	0,52	0,30	0,22
$\alpha = 30^\circ$	1,6	1,1	1,2	0,8	2,1	1,6	2,0	1,5	0,88	0,66
$\alpha = 45^\circ$	2,3	1,5	1,7	1,2	3,1	2,2	2,8	2,1	1,2	0,93
$\alpha = 80^\circ$	3,2	2,1	2,5	1,6	4,2	3,1	3,9	2,9	1,7	1,3

Osservando che raramente avviene di dover considerare travi nelle condizioni di posa predette aventi una forte inclinazione all'orizzonte, e che tuttavia anche per $\alpha = 80^\circ$ l'errore massimo è del 4 % circa ed è ancora trascurabile in calcoli quali sono quelli che qui si considerano, possiamo dire che:

« Dovendo calcolare una trave inclinata all'orizzonte, incastrata ad un estremo e del resto libera, si può nel calcolo sostituire una trave orizzontale, a mensola, lunga quanto la proiezione orizzontale della trave data, mantenendo invariata la sezione ed il carico uniformemente distribuito sulla proiezione orizzontale ».

Note relative ad alcuni fenomeni osservati nel funzionamento delle motrici termiche

Ing. Giovanni Cicali

Nota I.

Incrostazione sulle palette fisse e mobili delle turbine a vapore.

Il fenomeno in apparenza assurdo è stato per la prima volta osservato attentamente dallo scrivente in una Zölly di 2000 kw. funzionante, nella nuova centrale dell'Alta Italia, con vapore surriscaldato, ottenuto da una batteria di Babcock munite di apparecchi depuratori ed economizzatori.

Notiamo per di più che la turbina era provvista di regolare filtro.

Nonostante questo si osservò una dura incrostazione, estesa a tutte le palette mobili e fisse, cristallizzata in modo continuo con leggere protuberanze aghiformi che ne rendevano la superficie scabrosa ed avente un medio spessore di circa un quarto di millimetro.

Se si pensa alle cause che abbassano il rendimento delle turbine in genere è facile comprendere l'importanza che assume la presenza dello strato incrostante in sostituzione della superficie levigata delle palette ed è il caso di preoccuparsene, tanto più che non è facile eliminarlo, essendo molteplici le circostanze che lo provocano.

Si è detto **« è facile comprendere l'importanza »** perchè è noto che le resistenze di attrito lungo le pareti dei canali delle giranti e distributori, riducono la velocità di efflusso secondo determinati

coefficienti, indicati sempre con φ e ψ, i quali dipendono da varie circostanze fra le quali ha peso sensibile il grado di levigatezza delle superficie.

Riflettendo quindi alla innumerevole serie di urti della vena fluida contro le protuberanze della materia incrostante (rugosa) pensando inoltre alla riduzione della sezione permessa al vapore, potremo farci un'idea dell'influenza che esercita il fenomeno descritto sul rendimento della turbina.

Abbiamo detto anche: « **sono molteplici le circostanze che lo producono** ». Infatti dall'analisi chimica della materia depositata ci siamo convinti che due componenti concorrono a costituirla; sono gli elementi introdotti troppo empiricamente nel depuratore senza cioè un'analisi preventiva dell'acqua, che vi compariscono, e parte inoltre delle sostanze disciolte nell'acqua d'alimentazione che viene ad attaccarsi alle palette.

Il tutto è trasportato meccanicamente dal vapore nella turbina, per insufficienza dell'apparecchio filtrante.

Noi attribuiamo tale importanza a queste considerazioni da consigliare altri ad un più accurato esame del fenomeno.

Per nostro conto riteniamo di averlo studiato a sufficienza e di esserci formati un criterio esatto delle cause che determinano la menzionata incrostazione e del modo migliore per eliminarla.

Le cause le abbiamo già accennate; i rimedi consistono nel sorvegliare il funzionamento dei depuratori, con analisi frequenti dell'acqua di alimentazione prima e dopo la sua epurazione e magari anche dopo gli *economiser*, devesi inoltre richiamare l'attenzione sul funzionamento degli apparecchi filtranti ai quali sarebbe conveniente che i costruttori volgessero maggiormente l'attenzione perchè è solo mercè la buona loro disposizione che si possono prevenire, arrestare le sostanze che vengono meccanicamente trasportate dal vapore nell'interno della turbina.

Nota II.

Accensioni anticipate in un motore a gas povero.

L'esecuzione delle prove con l'indicatore non presenta in generale difficoltà; si riesce sempre in un modo o nell'altro, con questo o quell'artificio a collocare in posizione appropriata l'apparecchio registratore.

È solo nel caso in cui manca il foro di comunicazione coll'interno del cilindro che le difficoltà sorgono e di tal natura e così intimamente collegate col momento e con la disposizione degli organi di accensione che non è sempre possibile una razionale disposizione dell'indicatore (1).

Allorchè si presentano queste circostanze, avvertiamo, non conviene mai praticar fori in corrispondenza dell'inviluppo refrigerante; s'incorrerebbe nel pericolo d'introdurre acqua nel cilindro motore, meglio è invece operare sulla culatta e preferibilmente bucare il pezzo che porta gli organi d'accensione.

È quest'artificio appunto che adottammo sopra un motore costrutto dalla Società italiana Langen e Wolf, funzionante nell'officina Lessage e C. di Alpignano.

Sennonchè per la forma speciale del pezzo (troppo stretto) fummo obbligati ad attraversarlo con un foro di piccolo diametro (7 mm.) ed a fabbricare un tubo con due raccordi filettati alle estremità, uno per il rubinetto e l'altro per attaccarsi al fondo del cilindro (2).

Disposte le cose in questo modo, il motore essendo in marcia, notammo subito forti battimenti in tutte le articolazioni, derivanti da accensioni anticipatissime, che avvenivano assai prima che lo stantuffo fosse al punto morto e che non si verificavano avanti l'applicazione del tubo di raccordo, avente, come si è già fatto osservare, un piccolo diametro.

Per assicurarsi che le anticipazioni non erano prodotte dall'apparecchio di accensione si ebbe l'avvertenza d'interrompere le scariche elettriche; con questa modificazione però le circostanze non vennero alterate ed il motore continuò a marciare con lo stesso inconveniente.

Eliminando invece il tubo di raccòrdo, ossia riportando le cose allo stato normale ricominciò il regolare funzionamento del motore.

Si potè da tutto questo arguire che la causa occasionale diciamo delle anticipate accensioni era dovuta alla presenza del piccolo canale nella camera di esplosione; nel ritorno dello stantufo dopo la corsa di aspirazione, parte della miscela spinta entro

(1) I costruttori sogliono spesso omettere tale comunicazione.

(2) Allorchè è possibile si usa fare un foro di grosso diametro nel pezzo che si trova sulla culatta del motore e che porta gli organi di accensione ed applicare ad esso direttamente il rubinetto dell'indicatore.

lo strettissimo tubo menzionato si riscaldava a tal segno da accendersi, la sua fiamma poi comunicandosi al rimanente della miscela determinava lo scoppio anticipato. Queste considerazioni permettono di concludere: « **che se non è possibile avvitare direttamente il rubinetto dell'indicatore sul cilindro o sul fondo, è conveniente rinunciare subito alle prove** ».

NOTA. III.

Frequente rottura dei tubi dei condensatori a superficie.

Nei condensatori a superficie per turbine a vapore, funzionanti con acque leggermente acide, se non erriamo, si applicano tubi di piccolo diametro, di ottone.

La loro lunghezza ed il loro debole spessore li rende sensibilissimi ed assai predisposti alle rotture.

Si è osservato infatti che la rottura avviene e di frequente e che nella maggioranza dei casi si verifica nella sezione d'innesto dei tubi colle piastre tubiere del condensatore.

I tubi sono tagliati come se una sottilissima lama li avesse attaccati parallelamente alle superfici estreme d'innesto.

Analizzato il fenomeno riuscimmo a darne una spiegazione convincente. La pompa di circolazione dell'acqua di condensazione origina un movimento vibratorio nel fascio tubolare con frequenza pari a quella del suo moto alternativo, mentre per effetto del regime di temperatura che assumono i tubi essi tendono a disporsi in definitiva e stabilmente secondo un arco di sinusoide, a causa della differente dilatazione che subiscono le pareti estreme.

Questo modo di dilatazione è causa secondaria di rottura essendo i tubi flessibilissimi ed assai lunghi; è invece la loro vibrazione che li taglia uniformemente attorno all'incastro.

Si è procurato di rimediare a questo inconveniente facendo scorrere i tubi alle loro estremità in modo da variar di posizione la sezione sollecitata, e ciò mediante l'applicazione di premistoppa entro i quali i tubi scorrono senza per nulla originar delle fughe.

Questo elimina il difetto relativo alle dilatazioni, ma attenua solo quello originato dalla pompa, per il quale è più conveniente

munire i tubi di canotti più spessi (1) e quindi più resistenti, non potendosi senza cambiar la forma del condensatore sostenere il fascio in qualche punto intermedio. È inoltre prudente adottare un tubo pompa per la circolazione dell'acqua nel condensatore.

Facciamo osservare che questi rimedi li abbiamo suggeriti e sperimentati ed hanno prodotto dei risultati soddisfacenti (2).

(1) Per ragioni di trasmissione il tubo deve avere un debole spessore, nella quasi totalità della sua lunghezza.

(2) La Brown-Boveri applica attualmente i premistoppa; riteniamo però preferibile e sufficiente il solo ingrossamento all'estremità.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Misura della perdita di carico nelle condotte forzate [1].

La esatta determinazione sperimentale della perdita di carico nella condotta forzata degli impianti idro-elettrici non è, in genere, cosa facile. In ogni centrale esiste, è vero, un manometro e dalla lettura con acqua ferma e in moto sembrerebbe di potere, per differenza, ricavare la perdita relativa al dato deflusso.

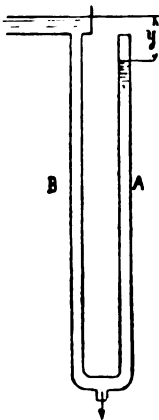



Fig. 1.

In realtà però, trattandosi di perdite assai piccole (qualche per cento), il metodo indicato riesce praticamente inservibile; od almeno espone ad errori enormi. Accade in tale misura qualche cosa di analogo a ciò che si osserva quando si vuole stabilire il rendimento di una macchina elettrica ad alta efficienza ricorrendo al metodo diretto. L'energia resa e l'energia assorbita, delle quali si vuole il rapporto, sono rappresentate da valori così vicini che l'inevitabile errore di esperienza può falsare completamente il risultato.

D'altra parte è certo che la determinazione della perdita di carico nella tubazione può servire a diversi scopi:

1.° A valutare il rendimento della tubazione.

2.° A stabilire in modo esatto la pressione effettiva in centrale, indipendentemente dai manometri installati.

Credo pertanto utile indicare un metodo che ho ideato e messo in pratica con ottimi risultati. Non mi consta che altri l'abbia fi-

(1) Comunicazione dell'ing. G. Rebora.

nora usato. Il sistema oltremodo semplice e pratico, è possibile ogni qualvolta le tubazioni siano almeno due.

Se da uno dei tubi si fa defluire una certa quantità d'acqua, che si misura; l'altro separato dal bacino di carico per mezzo della rispettiva paratoia ma in comunicazione in basso col primo, servirà da tubo piezometrico, funzionando come gigantesco manometro ad acqua (1).

Il semplice rilievo del dislivello fra l'acqua nel bacino di carico e l'acqua nel tubo non funzionante, fornirà senz'altro la per-

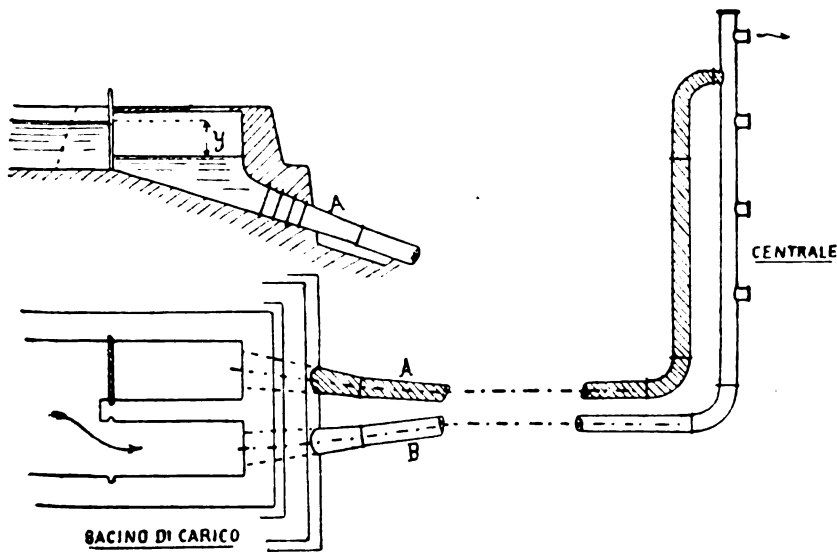



Fig. 2.

dita di carico relativa al dato deflusso (v. fig. 1 e 2). Con pochi punti, è presto tracciato un diagramma al quale riferire ogni altro caso.

L'esperienza fu eseguita sopra una tubazione doppia avente le seguenti caratteristiche:

Salto (statico) m. 303.
Sviluppo di ogni tubo m. 645.
Diametri m. 1,138 ÷ 1,028 per m. 271 — (chiodati).
Diametri m. 1,032 ÷ 0,914 per m. 374 — (saldati).

(1) La disposizione delle paratoie, della camera di carico e delle tubazioni, è quasi sempre tale da permettere la manovra accennata.

Tubi nuovi, lisci, messi in opera con cura.

B è il tubo di deflusso, *A* quello di misura.

La fig. 3 rappresenta il risultato di alcune prove (1).

Le ascisse sono le portate in m.³; le ordinate le perdite di carico in metri.

È interessante il paragone fra i dati d'esperienza ed i valor

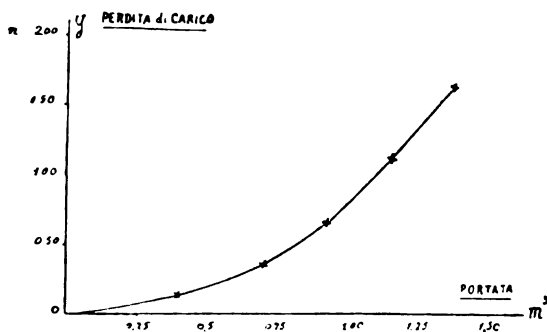



Fig. 3.

forniti dalle formule suggerite dai diversi autori. Per es. consideriamo la nota formula di Darcy:

$$Y = \beta . L . \frac{Q^2}{D^5}$$

Q) portata in m.³.
L) lunghezza del tubo in m.
D) diametro del tubo in m.
Y) perdita di carico in m.

Noti gli *Y* corrispondenti ai singoli *Q*, ponendo al posto di $\frac{L}{D^5}$ la sommatoria $\Sigma \frac{L}{D^5}$ relativa ai diversi tronchi si ricava, come media,

$$\beta = 0{,}0013.$$

---

(1) I deflussi furono misurati accuratamente con stramazzo e con mulinello. I valori di *Y* vennero rilevati col metro riferendosi a caposaldi verificati con diligenza. I punti d'esperienza riportati nella fig. 3 confermano, colla buona disposizione nel diagramma, la attendibilità delle misure.

Siccome per tubi in servizio corrente aventi diametri maggiori di 0,70, come è il caso nostro, si può ritenere (vedi Manuale Colombo)

$$\beta = 0{,}00164 + \frac{0{,}000042}{D}$$

cioè per $D = 1{,}00$ (in media)

$$\beta = 0{,}00168$$

è perfettamente logico, trattandosi invece di tubi nuovi, lisci, e ben posati, l'aver trovato come media

$$\beta = 0{,}0013.$$

Ho voluto applicare anche la formula di Flamant

$$Y = \gamma .\ L.\ \frac{V^{7/4}}{D^{5/4}}.$$

V) velocità in metri al 1″.
γ) per tubi lisci $= 0{,}00074$
la quale dà notoriamente valori troppo piccoli per $D > 0{,}70$ e difatti ho ricavato un Y minore del trovato.

A titolo d'esempio per un deflusso di m.³ 1,38 l'esperienza e le formule di Flamant e di Darcy hanno fornito:

	Flamant $\gamma = 0{,}00074$	Esperienza	Darcy $\beta = 0{,}00168$
Y	1,25	1,62	2,00

Concludendo, si vede che la prova, oltre ad essere oltremodo semplice non richiede, il più delle volte, nemmeno misure speciali, poichè i deflussi, nel caso di un collaudo, devono essere già rilevati per altri scopi. D'altra parte invece i vantaggi non sono trascurabili. Si ha la pressione esatta in centrale ad ogni regime; la verifica dei manometri; si può dedurre il rendimento della condotta, e da ultimo, i dati raccolti costituiscono sempre un prezioso controllo sperimentale delle formule generalmente in uso per la determinazione delle perdite di carico nelle condotte.

L'utilizzazione del gas dei forni a coke nei motori ad esplosione (1).

È noto il brillante sviluppo dell'applicazione dei gas di alti forni nell'alimentazione dei motori a scoppio, la cui origine rimonta a circa una quindicina d'anni. Di fronte ai successi ottenuti, si è pensato di utilizzare nello stesso modo i gas che si svolgono dai forni che servono alla preparazione del coke per alti forni. Una gran parte di questi gas viene, è vero, impiegata al riscaldamento stesso dei forni, ma un eccesso sovente importante, resta disponibile. Come per i gas di alti forni, la principale difficoltà incontrata nell'impiego dei gas dei forni a coke, è stata la grande quantità di polveri e di catrame che essi trascinano, corpi questi che insudiciano rapidamente le valvole dei motori. Mediante processi di purificazione che si fondano sull'azione di strati di limonite bruna, e di una mescolanza di segatura di legno, calce, e di solfato di ferro, si giunge ad ottenere un gas che non contiene per m^3 più di gr. 0.02-0,03 di polvere.

Questo gas si distingue dal gas illuminante per il suo minor tenore in carburi pesanti e metano, ed il suo maggior tenore in idrogeno (fino al 58 $^0/_0$) ed azoto. Esso viene generalmente impiegato nei motori a quattro tempi a due cilindri a doppio effetto, montati a tandem. Secondo una tavola redatta da Cuvelette v. *Revue électrique*, 1911, pag. 67), si può giudicare di circa 50 mila HP la potenza totale delle installazioni di motori a gas provenienti dai forni a coke, nel 1909 in Europa. Lo stesso autore ha calcolato il prezzo di produzione della forza motrice così ottenuta; esso è di centesimi 0,855 per kw-ora ossia un'economia di circa la metà sul prezzo della medesima forza motrice prodotta da una turbina a vapore. L'utilizzazione dei gas dei forni a coke sembra abbia dunque uno splendido avvenire davanti a sè. Solo in Europa si potrebbero da quelli, ricavare più di 2.000.000 di HP.

Il primo Congresso Nazionale di Navigazione si inaugurerà il 28 corrente in Torino con solenne cerimonia alla quale SUA MAESTA il RE ha promesso di intervenire, e si chiuderà a Genova il 4 ottobre.

Esso è promosso dalla giovane e fiorente Associazione Nazionale che ha sede in Milano sotto la Presidenza del senatore Colombo e che provvede alla organizzazione del Congresso, coadiuvato da un Comitato Locale Torinese presieduto da Sua Eccellenza Paolo Boselli.

Della grande importanza della manifestazione scientifica che si sta preparando alla quale hanno aderito parecchi Ministeri, numerosi Enti Pubblici, Istituti Scientifici e circa un migliaio di tecnici d'ogni parte d'Italia, dà un'idea il fatto che vi saranno discusse ben quaranta Relazioni che distintissimi tecnici hanno presentato su temi di vivo interesse per l'economia nazionale.

Tale voluminoso materiale di studio, pubblicato a cura dell'Associazione viene distribuito in questi giorni a tutti i membri.

Oltre ad esso furono donate al Congresso numerose e pregevoli pubblicazioni fra cui notevoli quelle dei Ministeri della Marina e dei Lavori Pubblici, del Magistrato alle acque di Venezia, del Consorzio del Porto di Genova, dai Comitati per la Navigazione Interna di Milano e di Mantova, e dell'Istituto Idrografico della R. Marina in Genova.

---

(1) *Revue générale des Sciences.*

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, *Gerente*.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 18 (*pag.* I-XII *di pubb.*) 30 Settembre 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell'Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in 8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Brevetto italiano N. 263-207:

Type de roue de compression pour des compresseurs rotatifs.

Si desidera vendere questo brevetto o concedere delle licenze di esercizio.

Rivolgersi per trattative all'Ufficio di questo periodico sotto S. P.

UFFICIO TECNICO
— INTERNAZIONALE —

di consulenza, ricerche, pratiche di conseguimento e di protezione in materia di brevetti d'invenzione, marchi, disegni e modelli di fabbrica italiani ed esteri.

G. Giacomo Guarnieri

Via Durini 5 - Telefono 48-28

Sede in MILANO: Via Castelfidardo, 7

FILIALI:

GENOVA: Via Consolazione, 7 R
FIRENZE: Via Orivolo, 39
TORINO: Corso Oporto, 21

— SOCIETÀ ANONIMA —
FORNITURE ELETTRICHE

Importazione e deposito di materiale elettrico

LAMPADE AD INCANDESCENZA - CONDUTTORI ISOLATORI IN PORCELLANA PER ALTO E BASSO POTENZIALE - VETRERIE COMUNI E DI LUSSO — CARBONI PER ARCHI

Lampade a filamento metallico
" Z " - Economia 75 % - " Philips "

RAPPRESENTANZE GENERALI PER L'ITALIA:

Istrumenti di misura / **Apparecchi per quadri** } **Dr. P. MEYER A. G. - BERLINO**

VENDITA ESCLUSIVA per TUTTA L'ITALIA del materiale brevettato contro le frodi.

SECURITAS - Lampade-Portalampade-Commutatori - SECURITAS

VENDITA ESCLUSIVA PER L'ITALIA DEI

Limitatori di corrente
brevetto " MAZZUCCONI "

Merce sempre pronta

Il proprietario del brevetto italiano Vol. 218, N. 19 Reg. Att. e N. 78941 Reg. Gen., per il trovato avente per titolo:

Moteur électrique à vitesse variable,

è disposto a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della
Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**
Via Bagutta, 24 - Milano.

Il proprietario del brevetto italiano Vol. 218, N. 25 Reg. Att. N. 79026 Reg. Gen., per il trovato avente per titolo:

Application de l'oxygène pour alimenter la combustion dans les machines à vapeur pour la propulsion des bateaux sous-marins, pendant la période de plongée,

è disposto a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della
Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**
Via Bagutta, 24 - Milano

Un procedimento per il calcolo approssimato rapido delle tubazioni dei termosifoni a gravità

Ing. UGO BORDONI

(con una tavola)

SOMMARIO: 1. Generalità, scopo della presente nota. — 2. Equazione dell'energia relativa al moto dei fluidi nei condotti. — 3. Equazione generale relativa ad una tubazione chiusa facente parte di un termosifone. Ipotesi ed approssimazioni. — 4. Caso del termosifone alimentante una sola stufa. Modo di rendere determinato il problema. Uso di diagrammi opportuni. — 5. Termosifoni alimentanti più di una stufa. Indeterminazione del problema. Uso di questa indeterminazione per il calcolo razionale del diametro dei tubi. — 6. Esempio I: Termosifone alimentante stufe in parallelo, tutte allo stesso livello. — 7. Esempio II: termosifone alimentante stufe in parallelo, situate a livelli diversi. — 8. Caso generale d'un termosifone a a gravità. Osservazioni. — 9. Sull'uso inopportuno dell'equazione [7] per calcoli di verifica. Un'esperienza da lezione.

1. — Un termosifone consiste, nel più semplice dei casi possibili, in una tubazione chiusa (fig. 1) ripiena completamente di acqua che viene scaldata in un punto C (caldaia) e raffreddata in un altro S (radiatore, stufa); la circolazione dell'acqua (nel senso della freccia) è provocato dalla minore densità che possiede l'acqua, in causa della più elevata temperatura, nel tronco $C\,A\,S$. In realtà trattandosi di riscaldare per lo più parecchi ambienti (o parecchi punti di un unico vasto ambiente), le stufe S sono in numero corrispondente e vengono attaccate alla tubazione (figg. 3, 6, 7, 8) come è suggerito dalla loro ubicazione, ma sempre in guisa da permettere di regolare la circolazione dell'acqua in ogni stufa indipendentemente dalle altre; cioè, adoperando una frase del linguaggio elettrotecnico, esse vengono attaccate quasi sempre *in parallelo*.

Il problema della progettazione del termosifone si presenta come segue. Date le piante dei locali da riscaldare, e fissata la posizione più opportuna dei radiatori da porre in ogni ambiente e della caldaia, si potrà intanto fissare lo schema delle tubazioni, determinare la lunghezza dei varî tronchi, ed i dislivelli fra la caldaia ed i radiatori. Saranno inoltre note le quantità orarie di calore da fornire ad ogni ambiente o da trasmettere mediante ogni radiatore ed altre grandezze accessorie: temperatura media dei locali, temperatura iniziale dell'acqua in caldaia (il cui valore massimo dipende dalla pressione che vi si mantiene), ecc.

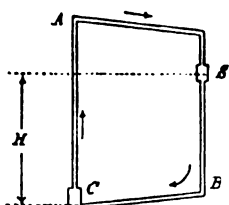



Fig. 1.

Occorrerà dunque calcolare: 1.° la superficie da dare ad ogni radiatore per ottenere la desiderata trasmissione oraria di calore; 2.° i diametri da dare alle varie parti delle tubazioni affinchè la circolazione dell'acqua abbia entità conveniente; 3.° altre parti dell'impianto (caldaia, vaso di espansione, ecc.) le dimensioni delle quali non hanno però importanza essenziale.

Per eseguire questi calcoli, e principalmente il più delicato, quello dei diametri delle tubazioni, vengono generalmente consigliati due gruppi diversi di procedimenti. I primi consistono nell'applicare senz'altro alla tubazione le equazioni del moto dei fluidi (talvolta lievemente semplificate) e ricavarne i diametri cercati con una serie di calcoli che riescono lunghi e faticosi anche se sussidiati da tabelle opportunamente calcolate (Rietschel); ma è bene osservare subito che a causa di talune ipotesi, non esattamente verificate, che occorre necessariamente fare e dell'incertezza che regna sul valore di certi coefficienti numerici, l'esattezza di questi calcoli è assai minore di quello che potrebbe sembrare.

Gli altri procedimenti, che sono quelli ai quali si ricorre generalmente in mancanza di meglio, sono quasi completamente empirici ed hanno il difetto fondamentale di non lasciar scorgere quali ipotesi essi implicitamente contengano; sicchè applicati ad impianti in condizioni molto diverse dànno facilmente risultati insufficientemente approssimati.

In taluni di questi procedimenti (Birlo), per evitare con certezza che le tubazioni siano di diametro troppo piccolo si è ricorso all'artificio di esagerare assai certi coefficienti; accade quindi che nella massima parte dei casi le tubazioni così calcolate col sussidio di adatte tabelle riescono inutilmente grandi e costose.

La presente nota si propone perciò: *a*) di *chiarire* anzitutto *che il calcolo d'un termosifone è un problema praticamente indeterminato* anche se si assume arbitrariamente, in base all'esperienza, la temperatura di ritorno dell'acqua in caldaia (tranne però il caso ipotetico in cui il termosifone si riduca ad un unico radiatore inserito in una tubazione di diametro costante); *b*) *profittare di questa indeterminatezza per calcolare il diametro delle tubazioni con un procedimento razionale* (avente qualche analogia con quello usato per le tubazioni del gas), poggiante sopra ipotesi plausibili (e, ad ogni modo, nettamente enunciate) *che opportuni diagrammi grafici rendono assai rapido e comodo.*

2. — *Equazioni dell'energia relativa al moto dei fluidi nei condotti* (nel periodo di regime).

A questa equazione, la quale esprime che tutta l'energia comunicata dall'esterno al fluido durante il moto si ritrova nel fluido in parte allo stato di energia cinetica ed in parte allo stato di energia interna, conviene dare la forma seguente.

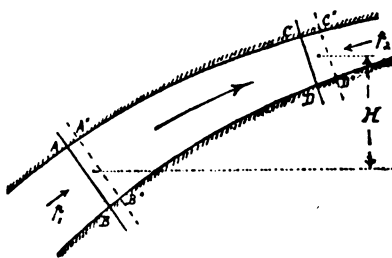



Fig. 2

Sia $A\ B\ C\ D$ (fig. 2) la posizione occupata in un certo istante da una generica falda fluida che si muove in periodo di regime nell'interno del condotto, e sia $A'\ B'\ C'\ D'$ la sua posizione infinitamente prossima: è chiaro che le masse di fluido contenute nelle falde infitesime $A\ B\ A'\ B'$; $C\ D\ C'\ D'$ sono uguali; ne chiameremo $d\,a$ i pesi, pure eguali, e $d\,v_1$, $d\,v_2$ i volumi, generalmente diversi. Siano poi u_1, u_2 le velocità medie del fluido nelle sezioni $A\ B$, $C\ D$; p_1, p_2, v_1, v_2 le pressioni medie assolute esistenti nell'interno della vena in queste sezioni, ed i corrispondenti volumi specifici (volume dell'unità di peso) del fluido; H il dislivello fra i baricentri delle falde infinitesime $A\ B\ A'\ B'$, $C\ D\ C'\ D'$ e quindi sensibilmente anche fra i baricentri delle sezioni $A\ B$, $C\ D$; $d\,x$ gli spostamenti come $A\ A'$, $C\ C'$, contati parallelamente all'asse del tubo, subiti dai vari elementi della falda $A\ B\ C\ D$ e $d\,Q$ la quantità di calore comunicata in qualche modo al fluido dall'esterno durante lo spostamento.

Ora l'energia comunicata dall'esterno durante il moto comprende il lavoro delle pressioni, il lavoro della gravità e il calore

ceduto al corpo. Il lavoro delle pressioni è misurato, indicando genericamente con S la sezione del condotto, dall'espressione:

$$p_1 \cdot S_1 \cdot d\,x_1 - p_2 \cdot S_2 \cdot d\,x_2 = p_1 \cdot d\,v_1 - p_2 \cdot d\,v_2 = \\ = (p_1 \cdot v_1 - p_2 \cdot v_2) \cdot d\,a.$$

Il lavoro della gravità, ritenendo convenzionalmente di considerare le H positive quando il fluido sale, sarà:

$$-H \cdot d\,a.$$

L'energia corrispondente al calore comunicato al fluido, denotando con E l'equivalente meccanico del calore, è espressa da:

$$E \cdot d\,Q.$$

E ponendo $d\,Q = Q \cdot d\,a$ la si può scrivere anche:

$$E \cdot Q \cdot d\,a$$

D'altro lato, per la stazionarietà del moto rispetto al tempo, essendo rimaste inalterate le condizioni del fluido compreso fra le sezioni $A'\,B'$ e $C\,D$, per le variazioni avvenute nell'energia interna e nell'energia cinetica basta considerare (come già si è fatto per il lavoro della gravità) le due falde infinitesime $A\,B\,A'\,B'$, $C\,D\,C'\,D'$. Indicando allora con U_1 e U_2 l'energia interna contenuta nell'unità di peso del fluido nelle condizioni in cui si trova in $A\,B$ e $C\,D$, la variazione di energia interna avvenuta durante il moto sarà:

$$U_2 \cdot d\,a - U_1 \cdot d\,a = (U_2 - U_1)\,d\,a$$

e la variazione di energia cinetica:

$$\frac{u_2^2}{2g} \cdot d\,a - \frac{u_1^2}{2g}\,d\,a = \left(\frac{u_2^2}{2g} - \frac{u_1^2}{2g}\right) d\,a.$$

L'equaziono dell'energia si scriverà perciò:

$$p_1\,v_1 - p_2\,v_2 - H + E\,Q = U_2 - U_1 + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g}.$$

Ma durante il moto il fluido, oltre alla quantità di calore Q ricevuta direttamente, ne riceve dell'altro, derivante dalla trasformazione in calore di una parte R dell'energia comunicatagli sotto forma di lavoro delle pressioni o della gravità (trasformazione provocata, ad esempio, dagli attriti); ed allora per il principio fondamentale di Mayer si potrà scrivere:

$$E\,Q + R = U_2 - U_1 + \int_1^2 p \cdot d\,v$$

ed integrando per parti:

$$E\,Q + R = U_2 - U_1 + p_2\,v_2 - p_1 v_1 - \int_1^2 v\,.\,d\,p$$

la quale, combinata con l'equazione dell'energia già trovata permette di scriverla così:

$$\frac{u_2^2 - u_1^2}{2\,g} + \int_1^2 v\,.\,d\,p + H + R = 0. \qquad [1]$$

Il termine R (*resistenze passive*) nel caso che ci interessa dei termosifoni è dovuto quasi esclusivamente agli attriti, ed ai cambiamenti di sezione e di direzione. Ad esso, come è ben noto, conviene dare la forma:

$$R = \Sigma \frac{u^2}{2\,g}\,.\,r$$

essendo r un coefficiente numerico il cui valore o la cui espressione dipende principalmente dalla natura del fenomeno che produce la trasformazione di lavoro in calore.

In questa nota adotteremo come unità di misura, a meno che venga detto esplicitamente il contrario:

per le velocità (u)	metri per secondo
lunghezza (H, l, L, h, d)	metri
pressioni (p)	kg. per mq.
volumi specifici	m. cubi per kg.

In queste unità il coefficiente r ha i seguenti valori, ammesso che si tratti di acqua in moto entro tubi di ferro:

a) Attrito. Detta l la lunghezza del tubo, d il suo diametro e λ il coefficiente di attrito:

$$r = \lambda \frac{l}{d}$$

dove:

per velocità di circa m. 0,1 per secondo: $\lambda = \backsim 0{,}045$
» » » » 0,2 » » $\lambda = \backsim 0{,}037$
» » » » 0,3 » » $\lambda = \backsim 0{,}032$
» » » » 0,5 » » $\lambda = \backsim 0{,}028$

b) *Cambiamento di direzione.* Si tratta generalmente di piegature ad angolo retto non brusche. A seconda della curvatura del tratto di raccordo si può assumere:

da $r = 0{,}3$ ad $r = 1$

c) Cambiamento di sezione. Si può assumere:

per una variazione immediata e notevole di sezione (entrata od uscita dai radiatori, della caldaia, ecc.) . . . . $r = 0,8 \div 1,4$

passaggio attraverso ua rubinetto del tutto aperto . . . . $r = 0,5 \div 1,-$

3. — *Equazione generale relativa ad una tubazione chiusa facente parte di un termosifone. Ipotesi ed approssimazioni.*

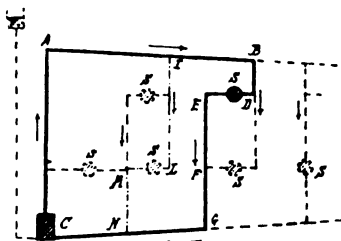



Fig. 3.

Consideriamo adesso un termosifone qualsiasi completo, alimentante un qualunque numero di radiatori S disposti come è conveniente e *isoliamo col pensiero dall'impianto una tubazione chiusa qualunque*, per esempio quella a tratto continuo $C\ A\ B\ D\ E\ F\ G\ C$ della fig. 3, *comprendente però la caldaia ed un solo radiatore.* Essa sarà costituita generalmente da parecchi tronchi di lunghezza e di diametro diversi, percorsi con velocità diversa da quantità orarie differenti di acqua a temperatura variabile; potremo però applicare successivamente l'equazione [1] ai vari tratti nei quali essa può essere opportunamente suddivisa.

Una prima ipotesi che conviene fare è la seguente. L'acqua non percorre i vari tronchi della tubazione con velocità costante, perchè le sezioni non sono proporzionali alle portate. Ma le variazioni di energia cinetica che ne risultano sono trascurabili in questo caso speciale dei termosifoni; riflettendo ai valori numerici del coefficiente r che entra nell'espressione di R (§ 2) si vede ad es. che un solo rapido cambiamento di direzione di un tubo ha la stessa importanza dell'*annullarsi dell'intera energia cinetica* posseduta dal fluido in moto!

L'equazione [1] si ridurrà perciò sensibilmente a:

$$\int_1^2 v \, . \, d\, p + H + R = 0. \qquad [2]$$

Una seconda ipotesi si riferisce all'andamento della temperatura dell'acqua nei vari tronchi della tubazione. A rigore l'acqua comincia a raffreddarsi fin dal momento che esce dalla caldaia; subisce una diminuzione molto grande di temperatura nell'attra-

versare i radiatori e continua a raffreddarsi lentamente lungo la tubazione di ritorno che la riconduce in caldaia. Conviene invece supporre che l'acqua abbia una temperatura t_a sensibilmente costante lungo tutto il percorso dalla caldaia alla stufa; e temperatura t_r pure sensibilmente costante, ma inferiore alla precedente, nel tratto che la riconduce in caldaia. Assegnando valori medi opportuni a queste temperature l'ipotesi risulta perfettamente accettabile nella pratica; ad es. per termosifoni a gravità a bassa pressione in pieno funzionamento si può assumere:

$$t_a = 85^0$$
$$t_r = 60^0$$

Ne segue che indicando con v_a, v_r i volumi specifici dell'acqua alle temperature t_a e t_r, se l'equazione [2] viene applicata ad un tronco di andata (temperatura t_a) l'integrale in essa contenuto assume il valore:

$$\int_1^2 v \, . \, d\,p = v_a\ (p_2 - p_1). \qquad [3]$$

Se invece si tratta di un tronco di ritorno si avrà:

$$\int_1^2 v \, . \, d\,p = v_r\ (p_2 - p_1). \qquad [3']$$

Immaginiamo allora suddivisa la tubazioni chiusa di cui nella fig. 3, in tanti tronchi *in ognuno dei quali l'acqua abbia portata e velocità costante*, applichiamo successivamente la [2] e sommiamo membro a membro tutte le equazioni così ottenute; si otterrà:

$$\Sigma \int_1^2 v \, . \, d\,p + \Sigma\, H + \Sigma\, R = 0.$$

Intando, essendo chiusa la tubazione, si ha evidentemente:

$$\Sigma\, H = 0.$$

Rimarrà perciò:

$$\Sigma \int_2^1 v \, . \, d\,p = \Sigma\, R = \Sigma \left(\Sigma \frac{u^2}{2g} \, . \, r \right).$$

Dai due simboli di somma che compariscono nell'ultimo membro il primo si riferisce ai vari tratti della tubazione chiusa, il secondo alle varie resistenze passive che l'acqua incontra in ogni

singolo tratto; e poichè la tubazione è stata così suddivisa che in ogni tratto la velocità è costante, l'equazione può anche scriversi:

$$\Sigma \int_2^1 v \, . \, d\, p = \Sigma \left(\frac{u^2}{2\,g} \, \Sigma \, r \right). \qquad [4]$$

Ma a causa delle relazioni [3] e [3'] dicendo p_c, p_s le pressioni che regnano nell'interno del fluido rispettivamente in caldaia e nella stufa si ha:

$$\Sigma \int_2^1 v \, . \, d\, p = v_a \, (p_c - p_s) + v_r \, (p_s - p_c) = (v_a - v_r) \, (p_c - p_s).$$

E detto k il coefficiente medio di dilatazione cubica dell'acqua fra la temperatura t_a e t_r :

$$v_a - v_r = k \, . \, v_r \, . \, (t_a - t_r).$$

D'altro lato la differenza di pressione $(p_c - p_s)$ è dovuta evidentemente al peso di una colonna liquida di altezza H pari al dislivello fra la caldaia e la stufa ed il cui volume specifico, data l'esiguità del coefficiente di dilatazione dell'acqua, può senz'altro assumersi in v_r :

$$p_c - p_s = \frac{H}{v_r}.$$

La [4] assume perciò la forma:

$$k \, . \, H \, . \, (t_a - t_r) = \Sigma \left(\frac{u^2}{2\,g} \, \Sigma \, r \right). \qquad [4']$$

Ora la velocità u con la quale l'acqua passa nei tubi, supposti cilindrici e di diametro d (in metri), è collegata alla sezione s del tubo alla portata G dei condotti (espressa in kg. per secondo) ed al volume specifico (che assumeremo ancora in v_r per la ragione sopra esposta) del fluido, dalla relazione (*equazione di continuità*):

$$u = \frac{G \, . \, v_r}{s} = \frac{4}{\pi} \frac{G \, v_r}{d^2}. \qquad [5]$$

A sua volta la portata G è collegata con la quantità di calore Q che il tronco di tubazione deve fornire a tutti i radiatori che esso alimenta, dalla relazione:

$$Q = 3600 \, . \, G \, . \, \Delta \, t \qquad [6]$$

dove $\Delta \, t$ indica il salto di temperatura che subisce l'acqua nel-

l'attraversare i radiatori. Ora, dato il significato di t_a e t_r è evidente che si ha:

$$\Delta t < (t_a - t_r).$$

Ma la differenza non è molto grande; ed in realtà l'acqua del termosifone uscendo dalla caldaia a temperatura alquanto superiore a t_a e entrandovi a temperatura inferiore a t_r, cede in complesso ai locali nei quali si trovano le tubazioni ed i radiatori una quantità di calore anche superiore a quella corrispondente al salto $(t_a - t_r)$. Data l'approssimazione che la pratica richiede si potrà perciò supporre:

$$\Delta t = t_a - t_r \qquad [6']$$

e con questo la [5] diventa:

$$u = \frac{4}{\pi \cdot 3600} \frac{Q \, v_r}{(t_a - t_r) \, d^2}$$

Sostituendo allora nella [4'] ed osservando che v_r e $t_a - t_r$ sono, per il termosifone considerato, delle costanti, si ottiene:

$$H = \frac{16 \cdot v_r^2}{k \cdot (t_a - t_r)^3 \cdot 2g \cdot \pi^2 \cdot 3600^2} \Sigma \left(\frac{Q^2}{d^4} \Sigma r \right). \qquad [4'']$$

La principale delle resistenze passive che l'acqua incontra ordinariamente nelle tubazioni da termosifone è l'attrito (§ 2): supporremo che delle altre (piegature, cambiamenti di sezione) si possa tener conto convenientemente riguardandole anch'esse come distribuite uniformemente lungo i tubi ed aumentando perciò in una certa misura il coefficiente di attrito λ.

Detto λ' il nuovo coefficiente fittizio di attrito che comprende tutte le resistenze passive, la [4''] diviene ponendo $\Sigma r = \lambda' \frac{l}{d}$

$$H = \frac{6,4}{10^9} \frac{v_r^2}{k \, (t_a - t_r)^3} \Sigma \left(\lambda' \frac{Q^2 \, l}{d^5} \right) \qquad [7]$$

Questa equazione, la cui validità, subordinata al verificarsi delle ipotesi e delle approssimazioni fatte, è in pratica quasi senza eccezione, è appunto l'equazione generale che si cercava. Essa vale per tubazioni chiuse comprendenti la caldaia ed un solo radiatore; ma è facile estenderla a tubazioni chiuse comprendenti due radiatori.

Si consideri, ad es., la tubazione *I B D E F G N M L I*. Aggiun-

gendo il tratto $N\,C\,A\,I$, comprendente la caldaia, separatamente alle due parti ($I\,B\,D\,E\,F\,G\,N$, ed $I\,L\,M\,N$) nelle quali essa può essere suddivisa, si ottengono due tubazioni chiuse $C\,A\,I\,B\,D\,E\,F\,G\,N\,C$ e $C\,A\,I\,L\,M\,N\,C$ alle quali può applicarsi senz'altro la [7]. Chiamando rispettivamente H_1 ed H_2 le altezze dei due radiatori inclusi nelle tubazioni sul tubo di ritorno in caldaia (nel punto c nel quale vi entra) si otterrà:

$$H_1 = \frac{6{,}4}{10^9}\,\frac{v_r^2}{k\,(t_a - t_r)^3}\,\Sigma_{\mathrm{I}}\left(\lambda'\,\frac{l\,Q^2}{d^5}\right)$$

$$H_2 = \frac{6{,}4}{10^9}\,\frac{v_r^2}{k\,(t_a - t_r)^3}\,\Sigma_{\mathrm{II}}\left(\lambda'\,\frac{l\,Q^2}{d^5}.\right)$$

Le sommatorie che figurano nei due membri, estese alle due diverse tubazioni, hanno naturalmente in comune i termini relativi al tratto comune ($I\,A\,C\,N$) di tubazione; sicchè sottraendo membro a membro le due equazioni questi termini spariranno e rimarrà:

$$H_1 - H_2 = \frac{6{,}4}{10^9}\,\frac{v_r^2}{k\,(t_a - t_r)^3}\left[\Sigma_1\,\lambda'\,\frac{l\,Q^2}{d^5} - \Sigma_2\,\lambda'\,\frac{l\,Q^2}{d^5}\right]$$

essendo questa volta le sommatorie estese alle due parti $I\,B\,D\,E\,F\,G\,N$ e $I\,L\,M\,N$ nella quale è stata divisa la tubazione considerata. Ora la differenza ($H_1 - H_2$) non rappresenta altro che la differenza di livello, che potremo dire ancora H, fra i due radiatori; quanto al secondo membro si può osservare che percorrendo la tubazione chiusa nel senso individuato dal moto dell'acqua nel radiatore al quale compete l'altezza H_1 (cioè nel senso $I\,B\,D\,E\,F\,G\,N\,M\,L\,I$) considerato come senso positivo, l'acqua si muove in *senso negativo* nel tratto $N\,M\,L\,I$ al quale è estesa la sommatoria preceduta dal segno —. Se dunque ai termini

$$\lambda'\,\frac{l\,Q^2}{d^5}$$

si conviene di attribuire un segno positivo o negativo a seconda che l'acqua percorre il tratto corrispondente nel senso nel quale si percorre la tubazione o in senso contrario, l'equazione ottenuta potrà scriversi esattamente come la [7] già trovata:

$$H = \frac{6{,}4}{10^9}\,\frac{v_r^2}{k\,(t_a - t_r)^3}\,\Sigma\left(\lambda'\,\frac{l\,Q^2}{d^5}\right) \qquad [7']$$

Nel caso che i due radiatori siano allo stesso livello, la [7] diventa:

$$\Sigma \lambda' \frac{l Q^2}{d^5} = 0.$$

Della [7] ci varremo immediatamente per gli scopi enunciati nel § 1. Poichè però negli esempi ci limiteremo per brevità al caso più importante, che è quello dei termosifoni a gravità a bassa pressione, possiamo fin d'ora osservare che per essi si può supporre:

$$r_r \backsimeq 0{,}001$$
$$k = 0{,}0006$$
$$t_a - t_r \backsimeq 25$$

(per ciò che riguarda il valore di t_r si veda il § 4). Quanto al coefficiente λ' esso dipende veramente (§ 2) dalla velocità colla quale l'acqua passa nei tubi, cioè da Q e da d. Ma questa velocità è generalmente compresa fra m. 0,1 e m. 0,2 per secondo; sicchè si potrà assumere sempre. per semplicità:

$$\lambda = 0{,}045$$

e supponendo, come avviene prossimamente in pratica, che le altre resistenze passive equivalgano a circa $^1/_3$ di quella d'attrito, si avrà per tutti i tronchi di tubazione, in media:

$$\lambda' = 0{,}06$$

quindi la [7] diventa:

$$H = \frac{0{,}04}{10^{15}} \Sigma \frac{l Q^2}{d^5}$$

od anche, *esprimendo* d *in mm.* (e continuando a misurare H ed l in metri e Q in grandi calorie per ora):

$$H = 0{,}04 \Sigma \frac{l Q^2}{d^5} \qquad [8]$$

formola perfettamente analoga a quella che serve per il calcolo delle tubazioni del gas luce; e potremo quindi chiamare ancora *perdita di carico* il termine H. Non è inutile osservare che questa perdita di carico data dalla [8] non risulta espressa in colonna d'acqua, bensì *in colonna di fluido avente come densità la differenza fra la densità dell'acqua a* t_a *e quella a* t_r.

4. — *Caso del termosifone alimentante una sola stufa. Modo di rendere determinato il problema. Uso di diagrammi opportuni.*

Nel caso di un termosifone alimentante una stufa sola (fig. 1), e costituito da una tubazione di diametro costante, la [7] diventa, essendo l l'intero sviluppo $C\ A\ S\ B\ C$

$$H = \frac{6,4}{10^9} \cdot \frac{v_r^2}{k(t_a - t_r)^3} \cdot \lambda' \cdot \frac{l\,Q^2}{d^5}. \qquad [9]$$

Ora in questa equazione può riguardarsi (§ 1) noto tutto tranne d e t_r, perchè la temperatura t_a dipende solo dalla pressione che si ha in caldaia e dal modo di funzionare dell'impianto, mentre la t_r dipende anche dalla superficie s della stufa e dalla rapidità di circolazione.

Alla [9] non si può aggiungere che un'altra sola equazione, quella che collega Q con la superficie s che occorre dare alla stufa, la quale però introduce una nuova incognita, la s. Dicendo t la temperatura che si vuol mantenere nell'ambiente e C il coefficiente di trasmissione del radiatore, noto, essa si scrive con buona approssimazione:

$$Q = C \,.\, s \,.\left[\frac{t_a + t_r}{2} - t\right]. \qquad [9']$$

Poichè dunque le equazioni sono due e le incognite tre (d, t_r, s), *il problema del calcolo del termosifone è indeterminato*; occorrerà dunque stabilire una terza condizione arbitraria o fissare ad arbitrio il valore di una delle tre incognite.

La pratica ha mostrato che conviene fissare t_r; o, per dir meglio, che conviene porre come terza equazione:

$$t_a - t_r = \backsim 25^0. \qquad [9'']$$

Con questa condizione la [9] diventa (§ 3, in fine):

$$H = 0,04 \frac{l\,Q^2}{d^5}. \qquad [10]$$

A questo punto si potrebbe ricavare senz'altro il valore di d mediante una estrazione di radice quinta, per la quale tornano utili apposite tabelle contenute nei manuali e nei formulari; ma conviene invece, specie in vista del calcolo dei termosifoni più complessi, procedere diversamente.

La [10] si può scrivere difatti:

$$\sqrt{H} = 0,2\, Q \sqrt{\frac{l}{d^5}} \qquad [11$$

la quale mostra che una volta fissato l e d, le quantità $\sqrt{H}$

e Q sono proporzionali; cioè che la [11], in una rappresentazione grafica nella quale si prendano le Q come ascisse e le $\sqrt{H}$ come ordinate, è individuata da una retta passante per l'origine la cui inclinazione dipende dai valori scelti per l e per d. Ora conviene naturalmente, per semplicità, fissare *sempre*

$$l = 1 \text{ metro.}$$

Quanto al diametro d conviene dargli successivamente valori corrispondenti alla scala dei tubi che si trovano in commercio e che comprende per lo più i diametri: mm. 13, 19, 25, 32, 38, 51, 63, ecc.

Le equazioni [11] corrispondenti saranno dunque individuate nell'accennata rappresentazione grafica, da altrettante rette; le ordinate corrispondenti ad ogni ascissa rappresenteranno le radici quadrate delle perdite di carico per metro di tubazione quando la portata sia tale da bastare all'alimentazione di un certo numero di stufe destinate a irradiare complessivamente Q calorie.

Si comprende però che sull'asse delle ordinate, anzichè scrivere i valori di $\sqrt{H}$ tornerà più comodo scrivere i valori di H: con questo la scala delle ordinate risulterà inegualmente spaziata.

Si sono così costruiti i diagrammi fig. 4 e 5 (vedere la tavola acclusa) i quali valgono senz'altro per diametri fino a 130 mm.; per portate orarie massime di 100 mila calorie e per perdite di carico fino a m. 0,300 per metro lineare di tubazione.

È bene osservare però che gli stessi diagrammi possono ancora servire entro limiti assai diversi. La [11] mostra difatti che, mantenendo inalterati l e d se ad un certo valore Q_0 di Q corrisponde un certo valore H_0 di H, al valore $n\,Q_0$ (essendo n un numero qualsiasi) corrisponde il valore $n^2 \,.\, H_0$. Per conseguenza i diagrammi fig. 4 e 5 rimangono ancora veri se si immagina di moltiplicare rispettivamente ascisse e ordinate per n e per n^2, essendo n maggiore o minore dell'unità. Così la fig. 4 mostra che un tubo di 19 mm. di diametro è capace di portare 3500 calorie all'ora con una perdita di carico di m. 0,200 per metro lineare; sarebbe dunque anche capace di portare $3500 \times 2 = 7000$ calorie con una perdita di carico di m. $0{,}200 \times 2^2 =$ m. 0,800. E se si cercasse il tubo capace di portare 6000 calorie all'ora con una perdita di carico di m. 0,650 per metro, basterebbe cercare nella fig. 4 il tubo capace di portare $\frac{6000}{2} = 3000$ calorie con una per-

dita di carico di m. $\frac{0,650}{2^2} =$ m. 0,163, oppure il tubo capace di portare $\frac{6000}{3} = 2000$ calorie con una perdita di carico di

$$\text{m. } \frac{0,650}{3^2} \text{ m. } 0,072\,;$$

si troverebbe che è sufficiente un tubo da 19 mm. Adoperando un tubo da 25 mm. per portare le 6000 calorie, la perdita di carico scenderebbe invece a circa m. 0,150 per metro; con un tubo da 32 mm. a m. 0,043 e così via.

È facile allora immaginare come si possa determinare il diametro di una tubazione da termosifone, comprendente una sola stufa, servendosi di questi diagrammi. Supponiamo ad es. che la stufa debba erogare ogni ora 6800 calorie: che lo sviluppo della tubazione sia di metri 18 e che il dislivello H fra il punto nel quale entra in caldaia il tubo di ritorno e la parte centrale della stufa sia di m. 3,75. Essendo m. 3,75 la perdita massima di carico disponibile per tutta la tubazione, per ogni metro lineare di tubazione la perdita di carico non potrà superare il valore

$$h = \frac{3,75}{18} = \text{m. } 0,208.$$

E se nel diagramma della fig. 4 si conducono le parallele ai due assi per i punti $Q = 6800$; $h = 0,208$, le rette s'incontrano in un punto A il quale si trova nello spazio compreso fra i tubi:

$$d = 19 \text{ mm.}\,; \quad d = 25 \text{ mm.}$$

Basterebbe dunque che la tubazione avesse un diametro di circa 24 mm.; ma poichè non è facile trovare questi tubi in commercio, occorrerà adottare praticamente:

$$d = 25 \text{ mm.}$$

Analogamente si procederà in altri casi.

Le superficie s che occorre dare ai radiatori si ricavano senza alcuna difficoltà dalla [9].

5. — *Termosifoni alimentanti più di una stufa. Indeterminazione del problema. Uso di questa indeterminazione per il calcolo razionale del diametro dei tubi.*

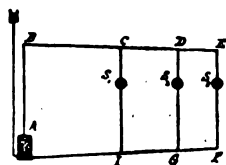
Passiamo ora al caso in cui il termosifone debba alimentare

più di una stufa; per es. al caso della fig. 6, di tre stufe. Logicamente il diametro della tubazione dovrebbe variare ogni volta che cambia la portata, sicchè nel caso attuale i diametri dovrebbero essere cinque:

Un diametro	d_1	per il tratto		$C S_1 I$	
»	»	d_2	»	»	$D S_2 G$
»	»	d_3	»	»	$D E S_3 F G$
»	»	d_4	»	i tratti	$C D$ e $G I$
»	»	d_5	»	»	$A B C$ e $I A$.

(Il diametro del tubo collegante la caldaia col solo vaso d'espansione non deve soddisfare a nessuna condizione speciale).

Fig. 6.

Ora l'equazione generale [7] non può essere applicata, in questo caso, che tre sole volte, per es. alle tubazioni chiuse:

$$A B C S_1 I A; \quad A B C D S_2 G I A; \quad A B C D E S_3 F G I A.$$

Applicandola ad altri circuiti chiusi (per es. a $C S_1 I G S_2 D C$) si otterrebbero delle equazioni che sono conseguenza delle tre già scritte.

D'altro lato possono bensì scriversi tre altre equazioni relative alla trasmissione di calore fra la stufa e l'ambiente, analoghe alla [9']; ma in esse sono contenute tre nuove incognite, le superficie s_1, s_2, s_3 che debbono avere le stufe.

È chiaro dunque che anche assumendo arbitrariamente la temperatura di ritorno t_r dell'acqua (come s'è fatto nel § 4), il *problema torna ad essere indeterminato;* e tanto più indeterminato è facile accorgersene, *quanto più è complesso lo schema del termosifone.*

Per togliere questa indeterminatezza occorrerà aggiungere al problema delle condizioni arbitrarie praticamente accettabili e scelte razionalmente in modo da facilitare e semplificare il calcolo della tubazione.

Converrà cioè:

1) Ripartire opportunatamente la perdita totale di carico fra i vari tratti di tubazione; questa equivale al *fissare, con criteri razionali, le perdite di carico per metro lineare ammissibili nei vari tronchi*: fissato questo, essendo *data* la quantità di calore che deve essere portata dai vari tronchi, ne risulteranno determinati i diametri. Si comprende ora quanto i diagrammi delle fig. 4, 5 (vedere l'acclusa tavola) potranno facilitare questi calcoli.

2) Adoperare, se occorre, ***tubi di diametro eguale per tronchi destinati a portare***, per così dire, ***quantità di calore poco diverse.*** Con questo si riesce spesso a ridurre il numero delle incognite e quindi l'indeterminatezza del problema; del resto vi si è praticamente costretti dal fatto accennato che si trovano in commercio solo tubi il cui diametro varia di parecchi millimetri da un numero all'altro.

È da notare, del resto, che per l'obbligo di far uso di tubi del commercio quasi mai si può dare ai vari tronchi il diametro esatto che risulta sufficiente dai calcoli, *qualunque sia il procedimento col quale sono eseguiti*, ma risulta necessario assumere fra i diametri del commercio il più vicino, ma in eccesso. Anche per questa ragione si possono dunque accettare senza preoccupazioni le ipotesi e le approssimazioni che sono state fatte (§ 3) per giungere all'equazione generale [7].

Quanto alla superficie delle stufe la sua determinazione mediante equazioni del tipo della [9'] non presenta difficoltà; e così pure (§ 1) il calcolo delle parti accessorie dell'impianto.

A chiarire maggiormente come si debba procedere nel calcolo di un termosifone con gli accennati criteri, daremo ora qualche esempio dal quale apparirà che l'essenza del procedimento consiste appunto nella ripartizione opportuna delle perdite totali di carico fra i vari tronchi dell'impianto, in guisa che la tubazione riesca meno costosa che è possibile.

6. — Esempio I: *Termosifone a gravità a bassa pressione con stufe in parallelo, tutte al medesimo livello.*

Sia ad es. il caso semplice della fig. 7, di tre stufe destinate ad erogare rispettivamente 1500; 2600 e 1200 calorie-ora: gli altri dati relativi all'impianto (lunghezze dei tronchi, dislivelli) sono pure indicati in figura. È chiaro intanto che i tratti CD, IG dovranno portare $1200 + 2600 = 3800$ calorie per ora; e che il tratto $IABC$ dovrà portare $3800 + 1500 = 5300$ calorie.

Ora la tubazione chiusa più lunga è la $ABCDEFGIA$ (39 metri di sviluppo); poichè la perdita di carico massima ammissibile è $H = 3.50$ m., si ottiene un valore medio della perdita h per metro lineare, di:

$$h = \frac{3.50}{39} = \text{m. } 0,090.$$

Ora la fig. 4 (vedere tavola) mostra che il punto $h = 0{,}090$; $Q = 5300$ è compreso fra le rette corrispondenti ai diametri

$$d = 25 \text{ mm.} \qquad \text{e} \qquad d = 32 \text{ mm.}$$

Il punto $h = 0{,}090$; $Q = 3800$ è tra i diametri

$$d = 19 \text{ mm.} \qquad \text{e} \qquad d = 25 \text{ mm.}$$

Proviamo perciò ad adottare $d = 25$ mm. per l'intero tratto *G I A B C D* lungo m. 24; le perdite h sono rispettivamente (fig. 4)

$h =$ m. 0,120 per il tratto *I A B C* ($Q = 5300$) lungo 16 m.
$h =$ m. 0,060 per i tratti *G I; C D* ($Q = 3800$) lunghi 8 m.

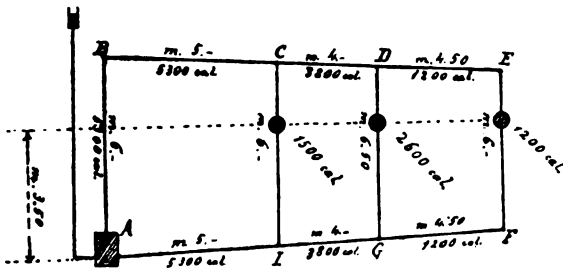



Fig. 7.

Fra i punti *C* ed *I* rimarrà perciò disponibile:

$$3{,}50 - 16 \times 0{,}120 = \text{m. } 1{,}58$$

e fra i punti *D* e *G*:

$$1{,}58 - 8 \times 0{,}060 = \text{m. } 1{,}10.$$

Per la tubazione *C I*, che deve portare 1500 calorie con una perdita di carico a metro lineare di $\frac{1{,}58}{6} = \text{m. } 0{,}253$, il diagramma della fig. 4 mostra che occorre un diametro di 13 mm.

Per la tubazione *D G*

$$\text{(calorie 2600, perdita di carico } h = \frac{1{,}10}{6{,}50} = 0{,}17 \text{ m.)}$$

occorre adottare il diametro di 19 mm., benchè basterebbe qualche cosa di meno; e così pure per il tratto *D E F G* (calorie 1200; $h = \frac{1{,}10}{15} = \text{m., } 0{,}073$), in difetto di diametri intermedi fra 13 mm. e 19 mm.

In sostanza l'impianto potrà funzionare facendo da 25 mm. il

tratto *G I A B C D;* da 19 mm. i tratti *D G* e *D E F G* e da 13 mm. il tratto *C I;* il piccolo eccesso di circolazione e quindi di riscaldamento che deriverebbe dall'aver assunto alcuni diametri maggiori del necessario si potrà facilmente correggere, se occorre, con i rubinetti annessi ai radiatori.

È ovvio che la soluzione trovata non è unica, appunto per la notata indeterminazione del problema; converrà in pratica attenersi alla soluzione che porta ad adottare i diametri minori, considerata tutta la tubazione nel suo complesso.

Nel caso attuale, ad es., si potrebbe adottare il diametro di 32 mm. per il tratto *I A B C* (calorie 5300, lunghezza 16 m.); in questo modo si otterrebbe di poter ridurre a 13 mm. il diametro del tratto *D E F G*, ma bisognerebbe lasciare inalterati gli altri diametri. E poichè non conviene portare da 25 a 32 mm. il diametro di 15 metri di tubo allo scopo di ridurre da 19 a 13 il diametro di altri 15 metri di tubazione, questa seconda soluzione non è preferibile a quella già trovata. Si potrebbe pure, contemporaneamente all'aumento di diametro del tratto *I A B C*, diminuire a 19 mm. il diametro dei tratti *C D*, *I G;* ma allora non si potrebbe più ridurre a 13 mm. il diametro di *D E F G*.

Specialmente se l'impianto non è grande o se si ha una certa pratica di questi calcoli, alla soluzione da preferire si arriva subito, col primo tentativo, come nel caso presente; altrimenti è conveniente fare qualche tentativo preliminare per orientarsi. Si arriverà così rapidamente a giudicare, dipendentemente dalle lunghezze dei vari tratti e dalla loro importanza, in quali di essi conviene tenere bassa oppure forzare la perdita di carico per metro lineare.

7. — Esempio II: *Termosifone a gravità a bassa pressione con stufe in parallelo, situate a livello diverso.*

Sia ora il caso semplice della fig. 8 di tre stufe situate in piani diversi (e quindi a livelli diversi) destinate ad erogare rispettivamente 2100; 4500; 3000 calorie. Gli altri dati sono contenuti nella figura.

La stufa in condizioni più sfavorevoli è la prima, situata nel tratto *E F*, alla quale corrisponde il minimo valore dell'altezza H disponibile. Essendo 59,50 m. la lunghezza della tubazione *A B C D E F A,* il valore medio della perdita di carico h per metro lineare risulta:

$$h = \frac{3}{59,50} = 0,051.$$

Il diagramma fig. 4 (vedere tavola) mostra che per il tratto $F\ A\ B\ C$ che deve portare 9600 calorie, occorre assumere il diametro di 38 mm. ($h = 0{,}046$); sicchè la perdita di carico in questo tratto (lungo 48 m.), risulta di

$$48 \times 0{,}046 = \text{m. } 2{,}21.$$

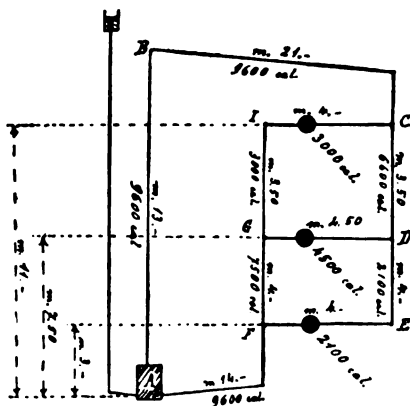



Fig. 8.

Attribuendo 32 mm. di diametro al tratto $C\,D$ (calorie 6600, lunghezza m. 3,50) si ha una nuova perdita di carico di

$$3{,}50 \times 0{,}053 = \text{m. } 0{,}19$$

sicchè per il tratto $D\,E\,F$ (calorie 2100, lunghezza m. 8) rimane una perdita ammissibile di:

$$3 - (2{,}21 + 0{,}19) = 0{,}60 \text{ m.}$$

da cui

$$h = \frac{0{,}60}{8} = 0{,}075$$

si può adottare perciò $d = 19$ mm. per quest'ultimo tratto.

Passando adesso alla seconda stufa inserita in $D\,G$, è da osservare che la perdita di carico nel tratto $F\ A\ B\ C\ D$ non è che di m. 2,40 mentre il carico disponibile è di m. 7,50. Nei tronchi $D\,G$ (calorie 4500; $l = 4{,}50$ m) e $G\,F$ (calorie 7500; $l =$ m. 4) possono dunque perdersi complessivamente m. 5,10 di carico. Si calcola perciò facilmente che si può assumere in 25 mm. il diametro di $F\,G$ ed in 19 mm. il diametro di $D\,G$.

E considerando finalmente la terza stufa per la quale il carico disponibile è di 11 m. mentre ne sono stati perduti solo m. 3,13 nel

tratto *G F A B C*, al tratto *C I G* che rimane (calorie 3000, lunghezza m. 7,50), per cui la perdita di carico può salire ad:

$$h = \frac{11 - 3{,}13}{7{,}50} = 1{,}05$$

potrà assegnarsi il diametro minimo di mm. 13. (A questa determinazione può servire ancora la fig. 4 ricordando l'osservazione fatta nel § 4 relativamente all'estensione dei limiti del diagramma).

Anche in questo caso, a proposito della soluzione trovata e delle altre possibili, valgono le stesse osservazioni già fatte nel paragrafo precedente. Ma si deve ancora osservare una cosa. Per il tratto di tubo che tutte le stufe hanno in comune (ad es. il tratto *F A B C*, l'altro *C D*, ecc.) occorre fissare il diametro in guisa che la perdita di carico in tutto il tratto comune risulti sicuramente inferiore al carico disponibile per la stufa più bassa, che è quella in condizioni più sfavorevoli. Ne segue che i diametri di questi tratti (che sono pure quelli di maggior portata) riescono assai grandi; nè questo è sempre compensato dal diametro relativamente piccolo che si può dare ai brevi tratti relativi a stufe poste in condizioni migliori e dal minor sviluppo complessivo delle tubazioni. Si possono poi notare delle stranezze apparenti; come quella che occorra un tubo da 19 mm. per la stufa più bassa che deve erogare 2100 calorie all'ora mentre basta un tubo da 13 mm. per la terza stufa che pure devè erogarne 3000.

Non conviene sempre, in sostanza, attaccare al medesimo tubo principale stufe situate a livelli troppo diversi; per la più bassa è spesso preferibile fare una tubazione separata partente orizzontalmente dal punto più vicino del tubo ascendente *A B*.

8. — *Caso generale di un termosifone a gravità. Osservazioni.*

Il caso generale di un termosifone si compone della combinazione dei due casi studiati precedentemente nei §§ 6 e 7; di esso dà una idea (a parte la complicazione maggiore o minore) la figura 3. Dopo quanto è stato detto a proposito degli esempi trattati nei due paragrafi precedenti, il calcolo dei tubi anche in questi casi complessi non presenterà più alcuna difficoltà: occorrerà sempre cominciare dalle tubazioni chiuse che si trovano in condizioni peggiori (sia per il livello della stufa inserita, che per la lunghezza della tubazione e per l'entità dell'erogazione di calore) e procedere man mano al calcolo dei diametri degli altri tronchi distribuendo opportunamente le perdite di carico.

Si può piuttosto aggiungere qualche osservazione relativa al collegamento dei radiatori con la tubazione. L'adottare prevalentemente dei collegamenti del tipo di quelli delle fig. 6 e 7 (alimentando cioè con la stessa tubazione solo stufe poste allo stesso livello), porta generalmente ad avere uno sviluppo complessivo di tubi alquanto maggiore che adottando i collegamenti tipo fig. 8 (alimentando cioè in parallelo le stufe poste a livello diverso, ma le une sotto le altre). Nel secondo caso però i diametri della maggior parte dei tronchi risultano più grandi (§ 7); sicchè non è detto, *a priori*, quale dei due tipi convenga far prevalere in un impianto complesso. Non ultimo, anzi, fra i vantaggi del procedimento di calcolo accennato è che la sua semplicità permette di apprezzare rapidamente gli effetti economici di variazioni nello schema dell'impianto e di giungere quindi volta per volta, senza bisogno di calcoli complicati, alla distribuzione che corrisponde, a parità di altre condizioni, alla minima spesa d'impianto.

Qualche cosa ancora vogliamo dire relativamente ai valori numerici di alcune grandezze che entrano nella [7]. Alcune di esse, come v_r e k, dipendono dalla temperatura di funzionamento dell'impianto, e quindi dall'essere il termosifone a media, a bassa o ad alta pressione; andranno perciò cambiate a seconda dei casi. Così per termosifoni a media pressione si potrebbe prendere, in luogo dei valori suggeriti per la bassa pressione:

$$v_r \simeq 0{,}00105$$
$$k \simeq 0{,}0008.$$

Altre (come $t_a - t_r$), dipendono anche dalla regolazione dell'impianto; per essa conviene prendere il valore massimo normalmente raggiungibile. Per impianti a bassa pressione si può assumere, come è stato già fatto,

$$t_a - t_r \simeq 25^0.$$

Per impianti a media pressione:

$$t_a - t_r \simeq 40^0.$$

Quanto al coefficiente λ' esso non dipende sensibilmente che dalla velocità di circolazione dell'acqua (ciò che influisce sull'attrito) e dal modo col quale si svolge la tubazione. Il valore adottato $\lambda' = 0{,}06$ corrisponde generalmente bene in pratica, tenuto conto che la velocità di circolazione (come risulta anche dagli esempi numerici svolti), è generalmente superiore a m. 0,1 per

secondo e che quindi (§ 2) il coefficiente di attrito è inferiore al valore supposto 0,045 (§ 3). Se tuttavia risultasse opportuno, per le condizioni di qualche impianto, adottare valori diversi, sarebbe facile costruire diagrammi analoghi a quelli delle figure 4 e 5, dai quali differirebbero solo per l'inclinazione maggiore o minore delle rette corrispondenti ai medesimi diametri.

9. — *Sull'uso inopportuno dell'equazione* [7] *per calcoli di verifica. Un'esperienza da lezione.*

Non vogliamo terminare questa nota senza far osservare come l'uso inopportuno della [7] o di equazioni equivalenti, possa condurre a risultati inaccettabili. Un esempio chiarirà la cosa.

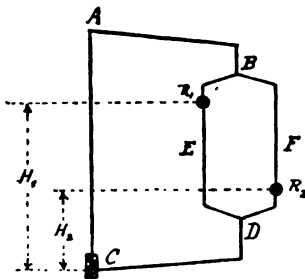



Fig. 9.

Si supponga di avere un termosifone costituito da due soli radiatori situati a livello diverso (fig. 9); anzichè calcolare i diametri in guisa da ottenere lo scambio di calore richiesto ai due radiatori si immagini di averli fissati *arbitrariamente* (sia pure con criteri ragionevoli) e si voglia calcolare l'entità della circolazione e quindi l'entità degli scambi di calore Q_1, Q_2 che avverranno attraverso i radiatori, quando il termosifone funzionerà. Indicando rispettivamente con gli indici 0, 1, 2, le grandezze relative ai tratti: *D C A B; B E D; B F D*, e ponendo per brevità nella [7]:

$$\frac{6,4}{10^9} \frac{v_r^2}{k(t_a - t_r)^3} \cdot \lambda' = \alpha$$

ed applicando la [7] alle tubazioni chiuse *D C A B E D*, *D C A B F D* si ottengono le equazioni:

$$H_1 = \alpha \left\{ \frac{l_0 Q_0^2}{d_0^5} + \frac{l_1 Q_1^2}{d_1^5} \right\}$$
$$H_2 = \alpha \left\{ \frac{l_0 Q_0^2}{d_0^5} + \frac{l_2 Q_2^2}{d_1^5} \right\}. \qquad [12]$$

Le incognite (Q_0, Q_1, Q_2) si riducono immediatamente a due osservando che è:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2.$$

In generale, per poco che il termosifone sia complesso, la so—

luzione di un sistema di equazioni algebriche analogo al [12], offre difficoltà analitiche pressochè insormontabili. Nel caso attuale di due sole stufe e quindi di due sole equazioni, la soluzione non presenta difficoltà se si opera una trasformazione di incognite e precisamente se si pone:

$$Q_1^2 = x; \qquad Q_2^2 = y; \qquad Q_1 \, Q_2 = z$$

aggiungendo alle trasformate delle [12] l'altra:

$$z^2 = x\,y.$$

Senza entrare in particolari molto ovvî e che, del resto, non ci interessano, diremo che conviene operare sul sistema delle tre equazioni in guisa da eliminare x ed y ed ottenere un'unica equazione risolvente in z, che risulta di *secondo grado*. Ebbene, specie se H_2 è piccolo rispetto H_1 e se il tratto comune $DCAB$ è lungo (rispetto gli altri due) e di piccolo diametro, è facile che le radici dell'equazione così ottenuta siano *complesse;* ciò che significa che non esiste alcuna coppia di valori reali di Q_1 e Q_2 che soddisfi al sistema [12]. Eppure l'intuizione ci dice che qualunque sia il diametro e la lunghezza delle tubazioni, se la caldaia C è più bassa dei radiatori, una qualche circolazione di acqua deve pure avvenire e un qualche scambio di calore attraverso i radiatori dovrà pure accadere.

Per spiegare questa apparente contraddizione fra ciò che indica l'intuizione (e che può essere sperimentalmente controllato) ed i risultati ai quali conduce la [7], osserviamo che attivatasi la circolazione nel termosifone, possono darsi tre casi: 1.° la perdita di carico H_0 prodotta dal muoversi del fluido nel condotto comune $DCAB$ è *minore* del carico H_2 disponibile per il radiatore più basso; 2.° la stessa perdita di carico H_0 è eguale ad H_2; 3.° la perdita di carico H_0 è maggiore di H_2.

Nel 1.° caso considerando la tubazione chiusa $DCABFD$ è chiaro che rimane realmente disponibile un carico $H_2 - H_0$ per far circolare l'acqua calda che giunge in B anche nel tratto BFD; la stessa cosa si può ripetere a maggior ragione, per essere $H_2 < H_1$. per il tratto BED. Siamo cioè nel caso nel quale esistono due valori reali di Q_1 e Q_2 che soddisfano le [12].

Nel 2.° caso, essendo $H_0 = H_2$, tutta l'acqua che giunge in B passerà nel tratto BED; in BFD la circolazione di acqua sarà nulla e sarà quindi anche $Q_2 = 0$.

Ma nel 3.° caso, essendo $H_0 > H_2$, non solo nel ramo BFD

non passerà acqua calda, ma vi sarà tendenza ad entrare da parte dell'acqua fredda che si trova in D, proveniente dal radiatore R_1. *Questa acqua salendo nel tubo* DFB *eleverà quel livello dell'acqua fredda che prima corrispondeva al radiatore* R_2*; e lo eleverà fino a che il dislivello* H_2 *sia diventato numericamente eguale ad* H_0. A questo punto la circolazione cesserà. Si capisce adesso la ragione della contraddizione poc'anzi trovata: realizzando sperimentalmente il termosifone al quale si riferiscono le [12] è vero che la circolazione si stabilisce in qualche modo e che Q_1 e Q_2 assumono valori reali, ma questo avviene perchè il *dislivello* H_2, spontaneamente aumentato, *non è più quello che corrisponde alla posizione del radiatore e che figura sempre nelle* [12].

L'intuizione insegna inoltre che per riattivare la circolazione in BFD basta aumentare in qualche modo la resistenza che l'acqua incontra in BED: per esempio manovrando opportunamente un rubinetto inseritovi. Anche questo si spiega perfettamente. Poichè la perdita di carico in una tubazione chiusa si ripartisce a seconda delle resistenze offerte dai vari tratti, se si aumenta la resistenza del tratto BED, dovendo essere costante la perdita di carico totale H_1 lungo $DCABED$, è chiaro che la perdita di carico in BED aumenterà e *di altrettanto diminuirà la perdita di carico* H_0 *nel tratto residuo* $DCAB$. La circolazione dunque si ristabilirà in BFD non appena H_0, diminuendo in seguito alla chiusura parziale del rubinetto del radiatore R_1, sarà tornato inferiore ad H_2.

Tutto ciò che abbiamo detto relativamente ad un caso di termosifone assai semplice si estende senz'altro a casi più complessi; e vale non solo a metter in guardia contro l'uso inopportuno delle [7], ma altresì a far capire la ragione delle anomalie di circolazione e quindi di riscaldamento, che talvolta si verificano in termosifoni non ben progettati e la via che si deve seguire per eliminarle.

Non bisogna dimenticare poi l'influenza che possono esercitare in casi speciali alcune delle approssimazioni sulle quali si fonda la [7]. Si è difatti supposto: 1.° costanti le temperature dell'acqua nelle tubazioni di andata ed in quelle di ritorno; 2.° che attraversando i radiatori l'acqua subisse un salto di temperatura invariabile. Quest'ultima ipotesi, verificata evidentemente per radiatori ben proporzionati, non è più esattamente vera quando varii, per qualche ragione, la velocità di circolazione dell'acqua

(il salto di temperatura cresce al diminuire della velocità di circolazione); ne segue che anche la prima ipotesi oltrechè dipendere dall'entità e dalla distribuzione delle dispersioni termiche lungo la condotta, è subordinata alla velocità di circolazione dell'acqua nei vari tratti comprendenti i radiatori.

L'influenza delle particolarità della tubazione sulla circolazione dell'acqua nei termosifoni. può essere illustrata sommariamente da una esperienza da lezione assai semplice della quale si accenna uno schema (fig. 10). Si tratta in sostanza, di una tubazione di vetro riproducente un termosifone che alimenta due radiatori R_1. R_2 (raffreddamento esterno ad acqua) a livello diverso. È opportuno sia di gomma, tanto una parte del tratto *B E*, come una parte dei tratti *E G M*, *E L M* che debbono essere di lunghezza e di diametro eguale. La tubazione verrà scaldata in *A* con una microlampada a gas, o, meglio, mediante una spirale metallica abbracciante il tubo e percorsa da una conveniente corrente elettrica che si può mantenere ben costante, e verrà riempita di acqua contenente in sospensione piccole particelle solide che valgano a renderne visibile il moto. L'esplorazione della temperatura dell'acqua nei diversi tratti si può fare comodamente con una pinza termoelettrica *P* collegata ad un conveniente galvanometro *S*, o con un termoscopio a mercurio od a gas a serbatoio anulare, abbracciante il tubo, che è facile costruire al momento.

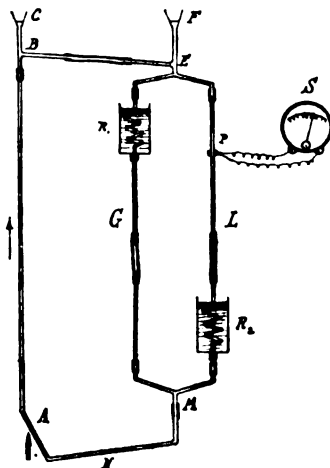



Fig. 10.

Scaldando in *A*, se la tubazione comune *M N A B E* non è di diametro troppo piccolo, si vedrà presto attivarsi la circolazione nei due rami *E G M* ed *E L M*, più rapida però nel 1.°; la pinza *P* od il termoscopio riveleranno che la temperatura dell'acqua decresce più o meno lentamente da *A* fino ai radiatori *R* (a seconda che la tubazione è scoperta ed è più o meno termicamente isolata), subisce un considerevole abbassamento attraverso i radiatori e continua a diminuire leggermente in *M N*. Se adesso si stringe gradatamente il tubo di gomma del tratto *B E* in guisa da aumentare la resistenza della tubazione comune *M N A B E*, si

vedrà, ad un certo punto, cessare quasi completamente la circolazione nel tratto ELM: l'arresto completo e durevole è difficile ad ottenere a causa del raffreddamento progressivo, col tempo, dell'acqua che lo occupa. Continuando a stringere il tubo di gomma in BE si vedrà nettamente che in ELM sale subito parte dell'acqua fredda proveniente da R_1; il movimento ascensionale ad un certo punto cesserà e darà luogo al debolissimo moto discendente dovuto al raffreddamento progressivo. Col mezzo della pinza P si potrà constatare pure che il livello dell'acqua fredda in ELM va tanto più avvicinandosi al livello del radiatore R_1 quanto più si restringe il tubo di gomma. La compressione dell'altro tubo di gomma intercalato in EGM ha invece effetto contrario. È interessante mostrare ancora che, come era prevedibile, la compressione del tubo di gomma situato in ELM non ha influenza apprezzabile sul livello che vi assume l'acqua fredda proveniente dal ramo EGM (nel caso $H_2 < H_0$).

L'esperienza riesce bene dando ad es. a tutta la tubazione un diametro interno di circa 1 cm.; facendo sì che siano pressochè eguali gli sviluppi dei tratti $MNABE$, ER_1GM, ELR_2M e situando i radiatori R_1, R_2 al disopra del punto scaldato A rispettivamente di circa 70 cm. e 30 cm. Per mostrare a distanza il moto dell'acqua nei tubi, basterà proiettarne su di uno schermo una immagine ingrandita.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

La produzione dell'aria liquida, dell'ossigeno e dell'azoto coi processi Linde e Claude.

Cenni sulla proprietà dei gas. — I liquidi ordinari, sotto l'azione del calore si trasformano in vapori fluidi e sottili come i gas; i vapori, col raffreddamento, riproducono il liquido iniziale. I gas non sono altro che vapori di liquidi singolari incomparabilmente più volatili dei liquidi ordinari, i quali risentono, a temperature molto più basse, i tumultuosi fremiti dell'ebollizione.

Un vapore si dice saturo se è in presenza di una porzione comunque piccola di liquido; si dice vapore non saturo nel caso contrario.

La tensione o forza elastica di un vapore saturo è determinata e fissa qualunque sia la quantità di liquido in eccesso, mentre la tensione di un vapore non saturo, dovuto cioè ad un liquido evaporato completamente, dipende dalla quantità di liquido impiegato.

La tensione del vapore dei liquidi varia secondo la loro natura e secondo la temperatura.

La temperatura di ebollizione d'un liquido sotto la pressione atmosferica è quella in cui la tensione del suo vapore è appunto eguale ad una atmosfera. Durante l'ebollizione la temperatura del liquido rimane costante perchè il cambiamento di stato fisico da un lato, e, dall'altro, l'aumento di volume enorme compiuto contro la pressione atmosferica durante la gazeificazione, domandano un lavoro considerevole che si traduce in un grande assorbimento di calore. La quantità di calore così richiesta dall'unità

di peso del liquido in ebollizione si chiama il suo calore di vaporizzazione.

Un liquido puro non potrebbe esistere normalmente all'aria libera ad una temperatura superiore a quella della sua ebollizione. Quindi se i gas sono considerati come vapori di liquidi straordinariamente volatili, dunque possedenti già a temperature molto basse la tensione di vapore di un'atmosfera necessaria all'ebollizione, questi liquidi non potranno sussistere normalmente, non potranno esistere all'aria libera che a queste temperature molto basse. Adunque è necessario il freddo per l'esistenza all'aria libera dei gas liquefatti.

La diminuzione di pressione abbassa il punto di ebollizione.

Quando per mezzo di una pompa si mantiene un certo grado di vuoto sopra un liquido, questo discende forzatamente alla temperatura per la quale la tensione di vapore si eguaglia sensibilmente colla pressione ridotta mantenuta dalla pompa, perchè fino a tanto che questa tensione è superiore l'ebollizione continua ed il raffreddamento si accentua. Adunque se il liquido è molto volatile, cioè conserva a temperature molto basse delle tensioni apprezzabili, queste temperature potranno essere ottenute colla sua semplice evaporazione nel vuoto.

L'aumento di pressione aumenta la temperatura di ebollizione.

La pressione può sostituire il freddo per ottenere certi gas liquefatti alla temperatura ambiente.

Un vapore saturo sottoposto ad una pressione superiore alla sua tensione si liquefa ed il fenomeno prosegue sotto la stessa pressione fino alla liquefazione totale.

L'ebollizione e la liquefazione sono fenomeni reversibili. Così la temperatura d'ebollizione di un liquido sotto una certa pressione è nello stesso tempo la temperatura di liquefazione del suo vapore saturo sotto la stessa pressione. Ed il calore rimesso in libertà durante la liquefazione, cioè il calore di liquefazione è esattamente eguale al calore di vaporizzazione alla stessa pressione e quindi alla stessa temperatura.

Un vapore non saturo sottoposto alla pressione si comprime come un gas fino e divenire vapore saturo. Esso è dunque un fluido compressibile e la sua forza elastica aumenta progressivamente fino a divenire uguale a quella del vapore saturo. Quest'ultimo è incompressibile nel vero senso della parola; quando si cerca di diminuire il suo volume a temperatura costante, non vi ha contrazione, come nel caso di un gas, vi ha liquefazione, ma la pressione non aumenta.

Per i gas come l'aria, l'idrogeno, l'ossido di carbonio, l'acido carbonico, sussiste la legge di Boyle o di Mariotte: a una data temperatura il volume di un gas è in ragione inversa della pressione ch'esso sopporta.

Per altri gas, come l'acido solforoso, l'acetilene, il cloro, e pei vapori non saturi la riduzione di volume è più rapida dell'aumento di pressione.

I vapori non saturi si scostano tanto più dalla legge di Boyle quanto più sono vicini alla saturazione.

I gas non sono che vapori non saturi, più o meno lontani dalla saturazione.

La liquefazione dei gas. — Col raffreddamento progressivo, la tensione di un vapore diminuisce finchè diventa inferiore alla pressione esterna ed allora la liquefazione si produce.

Il solo freddo basta sempre alla liquefazione di un gas qualunque, ma bisogna allora discendere alla temperatura, talvolta eccessiva, in cui la pressione di liquefazione del gas considerato si riduce ad una atmosfera. Se, invece, la pressione viene in aiuto al freddo, basterà discendere alla temperatura, sempre molto meno lontana, in cui la tensione di saturazione s'abbassa alla pressione che può realizzare l'apparecchio di cui si dispone.

Colla sola compressione alla temperatura costante, si liquefano soltanto certi gas come l'ammoniaca. Deve venire un istante in cui la forza elastica del gas, progressivamente accresciuta, diventa eguale alla tensione che possederebbe il vapore saturo a quella temperatura, e in cui, per conseguenza, il gas stesso racchiuso sarà trasformato in un vapore saturo: deve venire, abbiamo detto, perchè la tensione di saturazione di certi gas alla temperatura ordinaria è infinita.

Fino a pochi anni fa si è ritenuto che l'idrogeno e qualche altro gas (ossigeno, azoto, ossido di carbonio, metano, ossido di azoto) non potessero liquefarsi, fossero cioè gas permanenti, essendo riusciti vani i tentativi stessi di Natterer che aveva fatto uso di pressioni che arrivavano a 3600 atmosfere. Questo insuccesso trova la sua spiegazione in una proprietà generale dei gas scoperta da Andrews (1871) e da lui chiamata stato critico della materia. Cioè, esiste, pér ogni gas (come fu osservato per il biossido di carbonio) una determinata temperatura, al disopra della quale non può venir liquefatto, qualunque sia la pressione a cui lo sottoponiamo. D'altra parte tutti i liquidi, quando vengono riscaldati, al di là di una data temperatura (la stessa temperatura

critica), anche sotto le più forti pressioni (in tubi chiusi), si trasformano in gas. Il fenomeno, considerato da questo lato, giustifica il nome di punto di ebollizione assoluto (cioè indipendente dalla pressione) dato dal Mendeleieff alla temperatura critica.

Si può chiamare gas un aeriforme quando sia al disopra della sua temperatura critica, e vapore quando si trovi al di sotto di essa. Dicesi poi pressione critica quella esercitata dal gas alla temperatura critica e che basta a liquefarlo appena intervenga un abbassamento di temperatura; il volume occupato dalla sostanza in queste condizioni dicesi volume critico.

Processo Linde. — In generale nella liquefazione dei gas permanenti si fa abbassare gradatamente la temperatura ricorrendo ad una serie di sostanze, ciascuna delle quali, condensata ad alta pressione e già fredda, perchè circondata dalla precedente, si lascia vaporizzare col diminuire la pressione e con ciò si raffredda ulteriormente pel calore consumato nel cambiamento di stato. Pictet ne ha fatto l'applicazione in grande. Egli lascia vaporizzare alla pressione di 2 mm. di mercurio un miscuglio di anidride carbonica e anidride solforosa, già compresso a 2 atmosfere, ottenendo così la temperatura di — 80° alla quale comprime fino a 14 atmosfere il protossido d'azoto; la successiva vaporizzazione di questo basta a liquefare delle grandi quantità d'aria.

Linde ha posto in opera allo stesso fine un nuovo metodo, semplice quanto ingegnoso.

Se si fa espandere un gas sotto una certa pressione in uno spazio ove regna una pressione più bassa, la temperatura del gas espanso, quand'è ritornato al riposo, è la stessa di quella che possedeva prima dell'espansione, fino a tanto che il gas segue esattamente le leggi di Mariotte e di Gay-Lussac. Ma allorchè il gas, nell'aumentare di volume, vince le forze interne, esso consuma il calore latente e dopo l'espansione offrirà una temperatura più bassa di prima. Così, per l'aria atmosferica, anche alla temperatura ordinaria, le leggi citate non sono rigorosamente esatte, e le esperienze di Thomson e Joule in particolare hanno mostrato che in realtà si produce durante l'espansione un certo raffreddamento che si esprime in gradi con

$$d^0 = 0{,}276\ (p_1 - p_2) \left(\frac{273}{T}\right)^2$$

ove $p_1 - p_2$ indica la differenza di pressione in atmosfere e T la temperatura assoluta del gas. Si vede dunque che la caduta di

temperatura d dipende dalla caduta di pressione $p_1 - p_2$, in ragione, inizialmente, di $1/_4$ di grado per atmosfera di caduta; inoltre, più la temperatura è bassa, più la caduta di temperatura causata per l'espansione è grande, poichè T è minore: è questa una conseguenza evidente del fatto che quanto più il gas è freddo, tanto meno è perfetto.

Alla temperatura ordinaria, il raffreddamento è così piccolo che di per sè non potrebbe dare effetti notevoli, senza che si ricorresse a pressioni alle quali mal reggerebbero gli apparati. Ma Linde se ne servì per raffreddare via via l'aria compressa che poi deve espandersi ricorrendo al ricuperatore di freddo Siemens o apparecchio a scambio di temperatura.

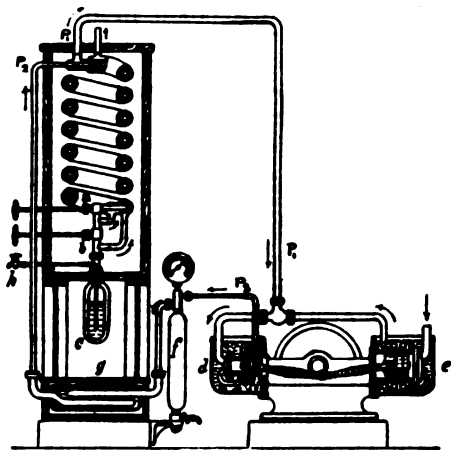



Fig. 1.

Apparecchio Linde. — Un compressore a due cilindri (fig. 1) aspira l'aria dell'atmosfera, la comprime nel primo cilindro a 40 atm., poi nel secondo a 200 atm. circa. I cilindri sono circondati da acqua fredda per impedire all'aria di riscaldarsi colla compressione.

L'aria compressa passa dapprima in un cilindro f ove lascia una gran parte del vapore acqueo che contiene, poi in un refrigerante g circondato di ghiaccio e di sale ove termina di disseccarsi. Essa arriva quindi nel tubo interno del ricuperatore di freddo a serpentino, si espande all'estremità di questo per l'apertura a, fino a 40 atm. raffreddandosi; poi passa nello spazio anulare del serpentino per cedere il suo freddo all'aria compressa e ritorna poi del tubo P_1 P_1 al tubo che fa comunicare i due cilindri del compressore.

La temperatura del gas espanso s'abbassa progressivamente e quand'essa ha raggiunto il valore che corrisponde all'ebollizione sotto la pressione di 40 atm. la liquefazione si produce ed il liquido si raccoglie nel fondo del recipiente C, da cui si estrae col sifone a rubinetto h. Cadendo da 40 atmosfere, pressione sotto la quale è stata prodotta, fino alla pressione atmosferica,

che regna nel recipiente *C*, quest'aria liquida subisce una vaporizzazione violenta che la raffredda da — 140° circa, temperatura d'ebollizione sotto 40 atmosfere, fino a — 190° circa, temperatura d'ebollizione sotto la pressione atmosferica. Per non perdere il freddo dei gas vaporizzati, questi sono diretti verso il terzo serpentino concentrico del ricuperatore, ed il loro freddo è così ricuperato.

L'apparecchio è posto in un involucro di legno, riempito di lana,

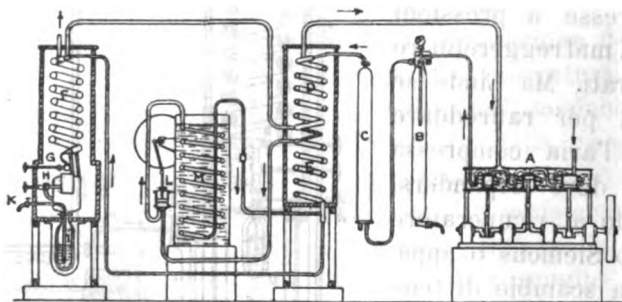



Fig. 2.

che lo protegge contro il calore esterno. Esso fornisce aria liquida soltanto dopo una mezz'ora circa.

Con una macchina di 50 litri all'ora, il rendimento è di 0,5 litri d'aria liquida per cavallo-ora.

Però per raggiungere questo considerevole rendimento è necessario l'impiego di una macchina frigorifera ausiliaria.

La fig. 2 indica l'aggiunta di una tale macchina frigorifera nell'impianto ad aria liquida Linde del laboratorio del sig. d'Arsonval al Collegio di Francia.

I vapori d'ammoniaca, compressi nel compressore *L*, attraversano il serpentino condensatore a bagno d'acqua, dove essi si disseccano, in un tubo largo, concentrico a quello dell'aria ed esterno ad esso, ove si evapora sotto l'aspirazione della pompa *L*.

(*Continua*)

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, Gerente.

UN PROCEDIMENTO PER IL CALCOLO APPROSSIMATO RAPIDO DELLE TUBAZIONI DEI TERMOSIFONI A GRAVITÀ.

Fig. 4.

Fig. 5

Anno LIX - Serie II - Vol. II - N. 19 (*pag.* I-XX *di pubb.*) 15 Ottobre 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.
Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Sull' insegnamento matematico nelle scuole per gli ingegneri [1]

Onorevoli Colleghi,

È un grande onore per me quello di potervi dirigere la parola nella mia qualità di direttore di un Politecnico italiano, in questa adunanza generale della Commissione internazionale per l'insegnamento matematico.

In queste aule del Politecnico si sono riuniti in questi giorni i più legittimi ed illustri rappresentanti delle scienze matematiche di tutti i paesi, per conferire sulle elevate questioni connesse all'insegnamento della matematica, dai primi studi delle scuole secondarie sino all'insegnamento superiore, sia nei corsi delle Facoltà matematiche e di Scienze, sia in quelli più modesti, ma non meno importanti, delle scuole d'ingegneria.

A questi illustri maestri, qui riuniti oggi per l'ultima seduta generale, io porto il mio riverente saluto. A loro è dovuto l'omaggio di tutti coloro che si interessano del progresso degli studi e lo considerano come la condizione più necessaria di ogni progresso economico.

Le matematiche sono lo strumento indispensabile per tutte le investigazioni che hanno per oggetto lo studio dei fenomeni naturali e degli stessi fenomeni economici. Il loro campo si estende

(1) Discorso tenuto dal nostro Direttore prof. Giuseppe Colombo, nella seduta generale del Congresso della Associazione Internazionale dell'insegnamento della matematica che ebbe luogo il giorno 20 settembre 1911 al R. Istituto Tecnico Superiore di Milano.

ogni giorno di più, seguendo il progresso che le scienze d'osservazione vanno continuamente facendo. L'insegnamento delle matematiche deve quindi assumere una crescente importanza nelle scuole secondarie come nelle superiori, e trasformarsi con una continuata adattazione ai nuovi bisogni dell'umana società. Tale è il vostro difficile compito, o signori, tale nella più larga interpretazione il programma che dovete svolgere; ma all'altezza e alle difficoltà del programma sono pari la vostra scienza e l'elevatezza dei vostri intelletti.

Le difficoltà che il vostro compito presenta crescono quando si passa dall'insegnamento medio al superiore; poichè, mentre l'insegnamento medio ha, quando non è fine a sè stesso, un carattere generale, l'insegnamento superiore deve assumere indirizzi diversi secondo l'obbiettivo cui mira, d'onde un continuo contrasto nell'apprezzamento dei metodi più convenienti per conciliare la necessità di una solida coltura scientifica fondamentale con quella della maggior possibile estensione e profondità dei corsi pratici. Questo contrasto esiste specialmente nelle scuole d'ingegneria, le quali, pur mirando a tante e così diverse specialità, le arti meccaniche, l'idraulica, le costruzioni, l'elettrotecnica, le industrie chimiche, le ferrovie, devono pure prepararvi coloro che si avviano con un serio fondamento matematico. Ora, sulla natura, sui limiti di questo fondamento esistono ancora, almeno da noi, delle divergenze; ed è appunto di questo argomento, cui non manca nè l'attualità, nè l'urgenza, che io, antico insegnante del Politecnico dal 1864, quando fu fondato dall'illustre Brioschi, intendo intrattenervi per brevi istanti.

Due diverse tendenze esistono già nell'insegnamento medio per quanto riguarda il loro indirizzo; e ad esse si informa l'insegnamento matematico. È compito speciale della Commissione internazionale per l'insegnamento matematico quella di determinare l'indirizzo che gli si deve dare; anzi esso ha formato l'argomento principale delle vostre sedute di ieri. L'antico insegnamento classico, fondato sul latino e sul greco, ha dovuto a poco a poco modificarsi, pur conservando il suo carattere fondamentale, per mettersi in maggiore accordo colle necessità della vita presente; ma è battuto vigorosamente in breccia dallo spirito di modernità che tutta questa vita invade e pur troppo, poco si potrà conservare in avvenire di quel magnifico complesso di studi classici, che ha costituito la base dell'educazione di tante generazioni e tanto ha contribuito ad elevare lo spirito e a formare il carattere. Ancora

però, cogli attuali programmi, l'insegnamento matematico nei nostri licei è tale da bastare all'ammissione al biennio preparatorio del Politecnico di Milano; anzi la mia lunga esperienza di 47 anni mi ha dimostrato che la media degli allievi provenienti dai licei possiede in generale una più larga preparazione mentale agli insegnamenti scientifici del biennio, rispetto a quella dimostrata dagli allievi degli istituti tecnici, pur dando prova di una minore preparazione agli esercizi grafici. Ma qualunque sia il giudizio che voi vi farete, o signori, di questa mia osservazione, voi avete una troppo riconosciuta competenza nella questione dell'insegnamento matematico delle scuole medie, perchè io non deferisca sin d'ora al vostro definitivo giudizio.

Assai più difficile è la questione dell'indirizzo che l'insegnamento matematico dovrebbe seguire, quando, dopo aver lasciata la scuola secondaria si apre agli studiosi l'adito agli istituti superiori. La questione non presenta difficoltà quando si tratta di giovani aspiranti all'insegnamento, pei quali le Facoltà universitarie offrono la più completa preparazione; ma non è più tale quando si devono preparare giovani avviati all'ingegneria nei suoi diversi rami.

L'ingegneria è antica quasi quanto il mondo; essa ebbe per progenitori l'ignoto artefice che gettò su un ruscello il primo ponte, e l'ignoto inventore della ruota idraulica cantata da Antiparo. Ma il primo istituto organico per gli studi di ingegneria fu la celebre *Ecole Centrale des arts et manufactures* creata da Mange in piena rivoluzione francese, tanto illustrata più tardi da Poncelet; i politecnici tedeschi dove lessero quegli altri capi-scuola che furono Redtenbacker e Zeuner, vennero assai più tardi. In Italia l'insegnamento moderno d'ingegneria fu, ciò che è poco noto, tentato e inaugurato la prima volta a Pavia, nella Facoltà matematica dell'università, coi corsi di meccanica industriale e di tecnologia, istituiti dal governo austriaco in via di prova nel 1856; io anzi, mentre facevo la laurea, fui assistente del corso di meccanica, ciò che decise senz'altro della mia carriera. Poco più tardi, l'insegnamento professionale fu stabilito ufficialmente in Italia colla scuola d'applicazione degli ingegneri a Torino e coll'Istituto tecnico superiore di Milano, fondato da Brioschi nel 1863, cui fecero seguito le varie e forse troppo numerose scuole d'applicazione per gli ingegneri sorte in parecchie città universitarie d'Italia. Sino al 1906, l'istituto di Milano fu il solo che funzionasse come scuola completa e autonoma d'inge-

gneria con cinque anni di studi reclutando i suoi allievi nei licei e negli istituti tecnici; poi una legge del 1906 creò a Torino, e un'altra del 1908 creò a Padova dei veri Politecnici indipendenti dall'Università e un'istituzione analoga si fondava a Napoli. Prima del 1906 la preparazione nelle scuole d'ingegneria si faceva, salvo a Milano, nelle Università, nel primo biennio delle Facoltà matematiche, con corsi comuni agli studenti della Facoltà; e così si fa tuttora, fuorchè a Milano, Torino e Padova. Nell'istituto milanese, invece si ammettono bensì i giovani provenienti dal biennio universitario, ma il biennio preparatorio, benchè modellato su quello universitario, ne diversifica non tanto per l'estensione e la natura degli insegnamenti matematici, quanto per lo sviluppo maggiore dato alle altre materie scientifiche e al disegno.

Ora che esistono in Italia tre scuole, nelle quali i giovani provenienti dai licei e dagli istituti tecnici sono avviati in cinque anni di corso all'ingegneria, mentre tutte le altre scuole si valgono dei corsi universitari per un biennio preparatorio in tre anni di applicazione, sorge e si fa sempre più viva la questione, quali devono essere questi studi preparatori? Devono essi comprendere, per quanto riguarda l'insegnamento matematico, degli studi teorici press'a poco eguali e con eguale indirizzo di quelli che servono agli iscritti alla facoltà matematica, oppure devono essere impartite con intendimenti e indirizzo speciali per i corsi di applicazione del successivo triennio, cioè limitati al puro necessario per quei corsi, scartando qualunque intendimento scientifico superiore, che non trovi la sua immediata applicazione alla pratica ordinaria dell'ingegnere.

Ecco il problema, sul quale non è ancora avvenuto l'accordo. I fautori del secondo sistema reputano dannoso ingombrare e affaticare la mente dei futuri ingegneri con un eccesso di teorie, delle quali la grande maggioranza degli allievi non avrà forse mai bisogno nell'esercizio della loro professione. Gli altri invece sostengono che convenga elevare più che sia possibile la coltura scientifica degli allievi e mettere nelle loro mani i più sottili mezzi d'investigazione per la risoluzione dei nuovi problemi che l'esercizio dell'ingegneria può presentare. Più si svolge l'umana attività, da cinquant'anni in poi, più difficili, più vasti, più elevati diventano i problemi che l'ingegnere deve risolvere. Gli studi moderni sulla costituzione dei corpi, sulle trasformazioni del loro stato, pei fenomeni elettrici richiedono il sussidio e le risorse di una solida preparazione matematica. Non sarà probabilmente la

grande maggioranza degli allievi che si troverà nel caso di valersene; ma una buona scuola non deve solo mirare alla maggioranza e adattare ad esso il livello dell'insegnamento, bensì deve tener conto delle menti più elette e dar loro almeno una forte preparazione intellettuale, un largo indirizzo scientifico, che li metta in grado di guardare in viso anche i problemi che si elevano al disopra della pratica comune. Bisogna dar le ali ai migliori; perchè, elevandosi sopra il modesto orizzonte della pratica professionale, possono accrescere colle risorse della loro mente il patrimonio scientifico e la fama del loro paese.

Certo non si può pretendere, nè sarebbe necessario, di dare ai giovani ingegneri una cultura matematica pari a quella che la Facoltà impartisce ai suoi allievi; basterà invece abolire ridurre al minimo alcuni corsi che hanno importanza soltanto per la coltura matematica, e intensificare quelli di evidente necessità, cioè il calcolo differenziale e integrale, la geometria analitica e la meccanica razionale, includendo in queste materie a guisa di introduzione i pochi capitoli di algebra complementare necessari per la risoluzione delle equazioni, la matematica finanziaria e qualche altra applicazione, e le nozioni di geometria proiettiva eventualmente richieste per il corso di geometria descrittiva e per l'impiego della statica grafica nei corsi di meccanica e di costruzioni. Tutta questa preparazione matematica dovrebbe trovar posto nel biennio preparatorio, lasciando sgombri i tre anni successivi pei corsi di scienze applicate.

Così dovrebbe, a mio avviso, essere organizzato il primo biennio nei Politecnici; quanto alle scuole d'applicazione che hanno sede in città dotate di Università, nulla toglie dato l'indirizzo che io credo migliore, che pei corsi di matematica del primo biennio si utilizzino quelli del biennio della Facoltà, quando i corsi universitari sieno predisposti in modo da servire agli allievi ingegneri sino al limite conveniente, salvo completarli od estenderli per gli studenti della Facoltà.

A questi principî, salvo le varianti dipendenti piuttosto da questioni di personale che dall'indirizzo dell'insegnamento, si informa l'ordinamento del Politecnico di Milano. E quanto al suo indirizzo scientifico, basta rammentare che il Politecnico ha avuto come insegnanti due illustri matematici come Brioschi e Cremona, che a questi son succeduti i loro allievi, i quali hanno fedelmente custodite le tradizioni dei loro maestri, che ebbe nel suo corpo insegnante degli scienziati come Schiapparelli e Celoria, e che

anche oggi il corso di meccanica razionale, il quale fra breve tornerà a far parte del biennio preparatorio, è affidato ad un matematico la cui fama vi è nota.

Tale è, o Signori, il sistema che io credo il più adatto a mantenere alto il prestigio e sicura l'efficacia di una scuola di ingegneri. Procedere altrimenti, dare all'insegnamento matematico un'indirizzo più specializzato e ristretto non riuscirebbe secondo me, che ad abbassare il livello, già troppo basso, per necessità di cose, dell'insegnamento professionale. Noi abbiamo bisogno di tecnici che mirino in alto; per riuscire a raggiungere questo obbiettivo, una riforma è opportuna, anzi più che opportuna, necessaria ed urgente.

Ogni giorno crescono e si differenziano fra loro le materie dell'insegnamento professionale. La meccanica, la chimica, le costruzioni, le tecnologie richiedono corsi diversi sempre più specializzati; una nuova materia, formidabile per contenuto e per varietà di applicazioni, l'elettrotecnica è venuta ad accrescere il già gonfio programma di una scuola d'ingegneria. Sono cresciuti al doppio, al triplo i corsi e di altrettanto gli esami. Gli studenti sono soggetti a una ginnastica mentale faticosissima, senza riposo, che toglie alle loro menti ogni elaterio. Così non si può più andare avanti, senza che si trovi un rimedio, il più pronto possibile.

Ora, a questo stato di cose che impensierisce, non c'è, a parer mio e anche di molti autorevoli miei colleghi, che un solo rimedio: determinare in cadauna scuola d'ingegneria un programma letto minimo, contenente tutte le materie fondamentali indispensabili per un ingegnere, qualunque sia la specialità alla quale egli dovrà o potrà dedicarsi entrando in carriera; e poi lasciar scegliere a ciascun allievo, secondo le sue tendenze o le sue attitudini, o secondo le opportunità di collocamento che la pratica gli assicura e gli offre, quei corsi di ordine secondario, complementari o speciali che sieno, che egli ritenga convenienti. Per questi corsi che avrebbe l'obbligo di seguire in più dei corsi generali obbligatori per tutti, egli dovrebbe rispondere dell'esito secondo le norme ordinarie dell'istituto. Un simile sistema che trova il suo riscontro in alcuna Università e scuole superiori americane, può sollevare obbiezioni, può incontrare ostacoli negli stessi organismi governativi, contrari per massima alle differenziazioni di istituti e di programmi; ma io credo sia il solo che offra la possibilità di risolvere una difficoltà, non ancora apparente agli occhi di tutti, ma non meno per questo grave e reale

Onorevoli Colleghi,

Io ho abusato della vostra cortesia, entrando in particolari che forse esorbitano dalla sfera dell'alta missione a voi affidata. Ma io ho inteso di approfittare di questa favorevole occasione, offerta dal Congresso che avete voluto tenere nella nostra città e nella sede del Politecnico, per esporvi alcune considerazioni, le quali, se fossero onorate dal vostro suffragio, acquisterebbero certo una efficacia incomparabilmente maggiore di quella che personalmente potrei lusingarmi di dar loro. E sperando che ne farete oggetto dei vostri studi, vi ringrazio di nuovo, a nome dei miei Colleghi, dell'onore che avete voluto fare a Milano e al Politecnico milanese.

Milano, 20 settembre 1911.

GIUSEPPE COLOMBO.

La cena di Canaan del 1545

di Callisto Piazza

Chi frequenta la biblioteca di Brera difficilmente si astiene nel salire e più nello scendere la lunga scala maestosa a due rampe che conduce ad essa, dal dare un'occhiata di sfuggita ed anche più d'una volta dal soffermarsi qualche istante davanti al grandioso affresco tripartito che decora la parete di sfondo dello scalone.

Un'iscrizione a piedi di quel dipinto informa molto opportunamente i passanti che desso è opera di Callisto Piazza del 1545 e che fu colà fatto trasportare nel 1845 a spese del conte Ambrogio Nava, presidente dell'Accademia di Belle Arti, affinchè la pregevole opera d'arte non andasse a perire nei mutamenti edilizii del vetusto monastero cistercense di Sant'Ambrogio.

E che si tratti di pittura meritevole in tutto del provvedimento tutorio esperito dal conte Nava, non è chi non veda di primo acchito, inquantochè per sapienza e vaghezza di composizione, per corretto disegno e più per perizia somma di coloritura, si rileva quella maestrevole opera di pennello degna ancor oggi di tutta considerazione.

È nello scomparto di mezzo, delle non piccole dimensioni di metri sei circa di larghezza per un'altezza di metri otto, che si accentra il soggetto principale della composizione raffigurante la Cena di Canaan in Galilea, scena di nozze giulive in cui, secondo l'Evangelio di Giovanni, Gesù ebbe a compire il suo primo

miracolo, cambiando l'acqua in vino, a meglio ricreare i convitati.

Il banchetto ha luogo in una sala a colonnati che termina nello sfondo con maestoso fabbricato e sulle due colonne più prossime alla tavola nuziale si avviticchiano con le braccia una persona a destra ed altra a sinistra per meglio osservare il giulivo spettacolo.

La sposa siede nel posto di mezzo ed ha dal sinistro lato lo sposo che a lei si volge ed a cui vicino in atteggiamento modesto e con abito cenericcio appare ritratta la Vergine madre del Salvatore.

Questi sta seduto in nobile posa nel capo a sinistra della tavola, avvolto in ampie vesti e con volto ilare e sereno, protendendo la mano quasi stesse per ordinare gli si portino davanti i vasi ripieni d'acqua da benedire. E che tale fosse l'intenzione del pittore, starebbe a provarlo lo scompartimento di sinistra nel quale, mentre vedesi sullo sfondo lo scalco intento a predisporre le vivande e distribuirle agli attendenti minori disposti a lui d'intorno, appaiono invece sul davanti due robusti garzoni intenti appunto a versar l'acqua nelle anfore da presentarsi poi al Divino Maestro.

Davanti a questi, sta seduto dal lato opposto della tavola un dignitoso personaggio in sfarzosi abiti all'orientale che parrebbe essere l'ospite convitatore intento a quanto sta ivi per avvenire, e dietro al Cristo scorgesi la testa dai capelli crespi e dalla barba ricciuta dell'Apostolo San Pietro, vicino ad altra persona di giovanile aspetto.

Nel complesso sono ben ventidue le persone in questa parte centrale del dipinto, comprese quelle che si vedono assistere alla scena dietro i banchettanti, e compresovi pure un putto in veste verdognola e dalle spigliate forme che sta sul davanti del quadro avviandosi con un piatto nella sinistra mano verso il Redentore.

Animata pure è la scena nel compartimento di sinistra con atletiche donne portanti sul capo panieri di frutta e vivande, benchè sia stato rimproverato come un anacronismo l'uso di valersi di esse invece di domestici in altri dipinti coll'eguale soggetto della cena di Canaan, attesa l'esclusione delle donne in Oriente dai servigi di tavola.

Assai ben disegnata e viva di movenze sul davanti una formosa attendente che sta scodellando minestra da una pentola presso ad un putto semi ignudo di forme colossali esso pure.

Autore di questo bel dipinto pieno di vita ed animazione e d'una sì fresca intonazione di colorito è quel pittore Callisto Piazza, meglio conosciuto col nome generico di Callisto da Lodi, figlio d'altro artista ben noto, Martino Piazza. Nato verso il 1500, si hanno di lui opere pittoriche fino al 1555 in Lodi stesso nella chiesa dell'Incoronata, a Crema, a Codogno in San Biagio ed a Milano in San Maurizio, ove di Callisto Piazza sono le ornamentazioni a putti e fiorami delle lesene interne, e, a parer di chi scrive, i putti analoghi ed i festoni a fiori della saletta nera del Castello di Porta Giovia.

Pittore di vigorosa grandiosità fra lo stuolo dei Tizianeschi, pare abbia studiato Callisto sotto la scorta di Alessandro Buonvicino detto il Moretto, e imitò nelle sue opere la maniera del Tiziano e quella altresì del Giorgione di Castelfranco.

Lodasi di lui a Vienna il quadro di Erodiade che riceve dalle mani del sicario la testa di S. Giovanni, ma è nella pinacoteca stessa di Brera che possiamo ammirare di lui pregevoli tele, fra cui una scena del Battesimo di Cristo, e una sacra conversazione colla Vergine in trono fra santi diversi firmata in basso « Callixtus laudensis ».

Quanto al modo con cui fu svolto dal pittore il soggetto della Cena di Canaan, siamo certo ben lontani dalla profusione di persone e dalla ricchezza d'abiti e di sfarzose decorazioni che ammiriamo al Louvre nella gran tela coll'egual soggetto di Paolo Caliari, meglio conosciuto col nome di Paolo Veronese. Come è noto, sullo sfondo di un porticato principesco svolse quegli la scena del banchetto, includendovi fra i personaggi in ricche vesti Francesco I, Carlo V e fino il sultano Solimano. Nelle sembianze dello sposo raffigurò egli Alfonso d'Avalos, marchese del Guasto e in quello della sposa Eleonora d'Austria, regina di Francia, e vi si vedono Vittorio Colonna, cardinali, monaci e signori delle più illustri famiglie. Che più? nel gruppo dei musicisti che colle loro armonie dilettano i convitati, ritrasse vestiti di bianco sè stesso e a lui vicino il Bassano, il Tintoretto ed il Tiziano.

Non è chi non veda quanto riesca eccessivo, per un modesto banchetto di Galilea cui intervenne il Redentore fattosi per la prima volta taumaturgo, tanto sfarzo di fabbricati e più di convitati fra cui re, principi e grandi dame del tempo, tantochè, a rendere meno stridente il contrasto, in simili composizioni farraginose, Cristo vi fu raffigurato talvolta circondato da più semplici persone e quasi a parte, e sotto questo rispetto assai meno

contraria al vero, perchè meno sontuosa, è la scena delle nozze di Canaan, quale veniva espressa nel 1545 da Callisto Piazza.

E notisi che l'egual taccia di soverchia pompa e di inesplicabili anacronismi venne mossa, oltrechè per la celebre tela del Veronese ora al Louvre, non men che per le altre, pure sue di Dresda e della Pinacoteca di Brera, per altri vantati dipinti con quel soggetto medesimo, quali sono quelli del Bassano al Louvre,

Dipinto della *Cena di Canaan* di Callisto Piazza, del 1545.

del Tintoretto a Santa Maria della Salute, e dell'Alessandro Varotari, detto il Padovanino, ora nell'Accademia di Belle Arti a Venezia, pittura quest'ultima di certa leggiadria per essere il banchetto tenuto a cielo aperto in un giardino avente nello sfondo la prospettiva di un vago tempietto tetrastilo.

E circa il difetto testè lamentato di soverchia grandiosità e d'anacronismi, non meno degli italiani peccarono anche i pittori fiamminghi e tedeschi quali lo Steen e il Franken, che riprodussero l'egual soggetto, raggruppandovi quanto più persone poterono non senza bizzarri ravvicinamenti.

Sotto questo rispetto, ma sopratutto per le pregevoli doti d'arte, il grande affresco di Callisto Piazza colle nozze di Canaan va dunque giudicato una nobile e grandiosa composizione pittorica

degna in tutto delle lodi che vengono tributate all'autore per unanime giudizio, non escluso quello oggidì degli studiosi frequentatori della Biblioteca braidense.

Certamente maggior venustà e più appropriato senso aveva esso allorchè si mostrava in fondo all'ampio refettorio del monastero cistercense di Sant'Ambrogio, chè delle due iconografiche rappresentazioni più comunemente adottate ad adornamento di simili locali, l'ultima Cena e le nozze di Canaan, se la prima risponde meglio ad un'alta ispirazione ascettica, l'altra più festevole e gaia benchè riferentesi sempre da un episodio della vita del Redentore narrata dai sinottici, tornava meglio accetta massime in occasione di solennità celebranti lieti avvenimenti della Chiesa o di speciali ricevimenti nel cenobio di personaggi titolati e di grandi dignitarii.

In quella frase: « *vinum non habent* » che dava occasione al miracolo, non ravvisavano i pii monaci espresso il concetto che, pur fra le gioie del banchetto e fra le pompe dei convitati, poteva mancare quel lievito di bontà e quella pura gioia del core, che non è dato agli uomini di possedere senza la grazia speciale del Divino Maestro?

Che dire poi del senso mistico che potevano dare i più colti fra di essi, secondo l'Evangelo di San Giovanni, ricordando le sei idrie di pietra ripiene d'acqua, rappresentanti le sei età del mondo antico, Adamo, Noè, Abramo, Davide, Jéchenias e il precursore S. Giovanni Battista, ma che avevano in loro il vino generoso e lo spirito di Gesù il Redentore? Non ricordavano a tal riguardo i benedettini cluniacensi di Cantorbery che l'acqua è il senso storico e il vino il senso allegorico di quel miracolo: *Lympha dat historiam, vinum notat allegoriam?*

Poco possiamo arguire oggidì dopo i varii adattamenti e rinnovamenti del monastero di Sant'Ambrogio circa l'effetto scenico e prospettico che produceva quella pittorica composizione, ma ad intonar meglio il dipinto col resto del refettorio, erano state apprestate dal Piazza, se non dai suoi aiuti, anche tredici medaglioni nelle lunette della vòlta raffiguranti il re Davide coll'arpa in quelle di mezzo, e i dodici apostoli nelle altre, disposti sei per parte, laddove furono dopo la loro asportazione col dipinto della Cena nel 1845, aperte altrettante finestre circolari.

Potrebbe supporsi che quelle immagini per gli apostoli fossero state ispirate da quella precedente « Saletta per gli apostoli » menzionata da Leonardo rimpiangendo nel 1500 i troncati edifici

del Bramante in Milano e che parrebbe dovesse trovarsi vicina ad essi in Sant'Ambrogio nè fu mai fin qui identificata: ma, non è prudente lo spingersi troppo oltre nella via delle induzioni.

In ogni modo, anche questi medaglioni di grandi dimensioni in cui sono facilmente ravvisabili gli apostoli San Giovanni evangelista col calice fra mano da cui si leva sibilando l'aspide in ricordo del veleno che gli venne apprestato, San Paolo col libro e la spada levati in palo, San Pietro colle chiavi, San Bartolomeo col coltello fra mani e in cui alcuni seguaci del Cristo sono qualificati colla lancia oppure con aste delle quali solo troverebbesi la ragione pel bastone da pellegrino di San Giacomo, veggonsi oggidì disposti simmetricamente sulla vôlta dello scalone della Biblioteca, tre al disopra e gli altri lungo le pareti laterali di destra e di sinistra del grande affresco della Cena.

Certamente nonostante l'ampiezza di quest'ultimo locale, l'effetto complessivo di tutte siffatte pitture del Piazza e in ispecial modo dei medaglioni delle lunette, deve essere stato di molto scemato da quel che presentavano nel Refettorio del cenobio di Sant'Ambrogio, che era stato condotto a fine con particolar cura ed amore, tantochè in esso era stata collocata nel 1498 la pietra fondamentale, rinvenuta poi ivi dietro un muro solo nel 1620 e che sorge tuttodì con un bel ritratto del duca Lodovico il Moro, sul primo ripiano dello scalone del chiostro, ora ospedale militare.

E, particolare storico degno di menzione, era in quell'anno 1498 ancora sì viva nel duca e in tutta la Corte sforzesca, la memoria della compianta duchessa Beatrice d'Este morta ventiduenne di parto, che nell'epigrafe è detto che di quell'edificio del convento vennero poste le fondamenta *anno II post Beatricis conjugis mortem.*

Ma, quando si faccia astrazione dallo scemar che fanno sempre per sè quadri e pitture se tolti dal loro originario luogo di collocamento, ed ove sia necessità provvedere alla loro conservazione asportandoli altrove, uopo è dire che non si poteva riescir meglio nell'intento di quel che avvenne per gli affreschi del Piazza di Sant'Ambrogio nell'anno 1845.

Il merito maggiore va dato al conte Ambrogio Nava, presidente dell'Accademia di Belle Arti, che, per salvaguardare quell'opera pittorica dai guasti cui sarebbe stata esposta nell'ospedale militare, offerse del proprio la somma di lire seimila e tutto

dispose, con somma previdenza ed accortezza, perchè il trasporto in tutto regolarmente.

Fissò egli stesso il capomastro che doveva attendere, con esclusione d'ogni altro, al lavoro, esigendo che si aprisse una breccia nel muro del monastero per far passare di là con maggior agevolezza i larghi pezzi d'intonaco segati dal muro con somma diligenza e rinchiusi dappoi in solide armature. Il comparto centrale fu diviso in due sezioni e gli altri tenuti interi cosicchè pel passaggio loro dal portale di Brera si dovette rimuovere l'architrave di legno superiore.

Il non facile lavoro di distacco e di trasporto degli affreschi, incominciato nell'aprile del 1845 era terminato nel settembre dell'anno stesso, con generale soddisfazione, provvedendosi nel tempo stesso coll'opera di un perito artefice, il Gallizioli di Brescia, a togliere anche i tredici medaglioni delle lunette con una total spesa per esse di L. 1650.

Occorse poi qualche tempo ancora per l'adattamento di tutti siffatti dipinti nel vasto ambiente dello scalone della Biblioteca e la spesa totale ascese ad oltre diecimila lire, compresavi la generosa offerta del conte Nava: ma, comunque sia, fu quella non facile impresa condotta ad ultimazione con tanta perfezione quanto non potevasi desiderar meglio, e la conservazione dell'intonaco pittorico appare davvero meravigliosa ancor oggi e senza dubbii, penosi sempre, di soverchia alterazione delle originarie linee e più delle tinte di colorito, il che non può sempre dirsi delle pitture tolte con lo strappo della tela.

Ma, senza entrar qui in simili tecniche disquisizioni, ciò che più d'ogni altra cosa ne interessa, è il dipinto medesimo del Piazza, d'una freschezza di tinte ancor oggi e d'una venustà di composizione e correttezza di disegno tali da rendercelo gradito pascolo degli occhi e nuovo quasi sempre ogni volta che lo si guarda.

Qualche difetto non manca anche in esso, e così per esempio mal saprebbesi spiegare la colossale figura di quel personaggio di destra del comparto di mezzo, atteggiato con dignità principesca e che non è in fondo che un servo del convito, e notasi pure qualche soverchio aggruppamento di persone nello sfondo.

Ma, sono piccole mende per un lavoro di tanta mole, e d'altra parte la figura del Cristo non poteva essere atteggiata meglio e traspira dei lineamenti del suo volto una calma espressione di severità ed una maestà nel tempo stesso quale a lui per l'appunto si addiceva.

L'arte ha trovato nel dipinto di Callisto Piazza una delle sue felici manifestazioni e si direbbe che il tempo nulla ha tolto a sì poderoso lavoro pittorico, nonostante le peripizie cui andò soggetto; esso ne parla ancor oggi coll'incanto di un tempo nel cenobitico refettorio per quanti accorrono a quell'altro non meno nobile banchetto che ne è dischiuso dai libri e dal sapere, — ed è bene che anche i cultori dei severi studii, spesso assorbiti quasi in essi, abbiano sott'occhi, recandosi o partendosene dalla Biblioteca, quel gaio quadro di gioconda e santa vita ad un tempo che risponde così bene all'insegnamento apodittico del Vangelo e cui vanno congiunti altresì il garbo sommo e la magia incantevole dell'arte del cinquecento.

DIEGO SANT'AMBROGIO.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

La produzione dell'aria liquida, dell'ossigeno e dell'azoto coi processi Linde e Claude

(*Continuazione e fine*, vedi N. 18).

Il freddo prodotto dall'evaporazione dell'ammoniaca liquida raffredda energicamente l'aria compressa, che arriva così verso — 50° al ricuperatore *F*. D'altra parte, il freddo, che resta evidentemente in queste condizioni nell'aria di espansione alla sua uscita dal ricuperatore *F*, è utilizzato per un primo raffreddamento dell'aria compressa nel ricuperatore *D*. Si apprezzerà l'utilità del raffreddamento complementare così realizzato quando si saprà che il rendimento in aria liquida dell'impianto, di 5 litri all'ora senza macchina frigorifera ausiliaria, sale a 8 litri.

Oltre alla macchina frigorifera ausiliaria il Linde introdusse un secondo perfezionamento: quello di arrestare l'espansione ad una pressione p_0 ancora abbastanza elevata.

Infatti, durante l'espansione, una piccolissima parte dell'aria, 10 % circa, si liquefà. L'altra parte, alla sua uscita dal ricuperatore, può essere ripresa, ricompressa e rinviata nel ciclo. Ciò sarebbe affatto privo d'interesse se quest'aria fosse stata ricondotta alla pressione atmosferica e dovesse essere ricompressa integralmente per rientrare nel ciclo; è, al contrario, di grande interesse se l'espansione dell'aria è avvenuta soltanto fino ad una pressione p_0 molto superiore alla pressione atmosferica, perchè il lavoro di compressione di ciascun chilogramma d'aria è, come si sa, proporzionale a $\log \frac{p_1}{p_0}$ e diminuisce considerevolmente a misura che p_0 si avvicina a p_1. Se, per esempio, si espande da 200 a 1 at-

mosfera, come nel processo Hampson, il lavoro di compressione è proporzionale a $\log \frac{200}{1}$, cioè a *2,30;* Linde, al contrario espandendo da 250 a 50 atm., proporziona il lavoro speso a $\log \frac{200}{50}$, cioè a *0,60* soltanto, non riducendo l'effetto frigorifero che di $^1/_4$. Si vede tutto l'interesse di questo bell'artificio.

Non bisogna tuttavia trascurare in questo ragionamento il volume d'aria atmosferica destinata a sostituire la parte liquefatta, cioè circa 10 $^0/_0$; il guadagno indicato qui sopra si riferisce dunque ai $^9/_{10}$ dell'aria trattata.

Processo Claude. — Abbiamo visto che nel processo Linde l'organo di espansione è un semplice rubinetto. Con questo si utilizza una proprietà fisica dell'aria. L'aria è un gas imperfetto, non segue completamente le leggi di Mariotte e di Gay-Lussac, ma nell'espandersi si raffredda. Il raffreddamento è piccolo, però diventa apprezzabile alla condizione di partire da pressioni elevate (200 atmosfere); accumulando la caduta di temperatura, coll'impiego del ricuperatore di freddo, si arriverà alla liquefazione.

Conviene riconoscere la fortuna con la quale il professore Linde ha saputo perfezionare la base fragile che gli serviva di punto di partenza.

Una base più larga offre l'espansione con lavoro esterno, come viene applicata nel processo Claude. Mentre l'espansione d'aria da *40 a 1 atmosfere* mediante un rubinetto dà un raffreddamento di 10°, l'espansione tra gli stessi limiti in una macchina a stantuffo dà un raffreddamento di più di 175°! come indica la formula dell'espansione adiabatica:

$$\frac{T_0}{T_1} = \left(\frac{p_1}{p}\right)^{0,29}.$$

L'aria nell'espandersi fornisce un certo lavoro; è per questo che si raffredda.

Ma devesi osservare che, per arrivare direttamente e in un colpo solo coll'espansione alla liquefazione dei gas permanenti, sarebbe necessario di comprimere questi sotto enormi pressioni, molto dispendiose e molto pericolose.

Si evita questa difficoltà ricorrendo anche qui al ricuperatore di freddo Siemens, che si può annoverare fra gli strumenti più

notevoli della fisica applicata e che è oggi la pietra fondamentale di tutti gli apparecchi realizzanti la liquefazione dei gas permanenti.

Ecco lo schema dell'espansione con lavoro esterno.

La macchina di espansione (fig. 3), che non è altro che un motore ad aria compressa, è collegato alla conduttura d'aria compressa mediante il compartimento centrale *A* del ricuperatore *M*. Dopo aver lavorato nella macchina e conseguentemente d'essersi raffreddata, l'aria di espansione è rinviata nell'atmosfera attraverso il compartimento periferico *B* del ricuperatore. Colla successione degli effetti che conosciamo, la temperatura s'abbassa progressivamente fino a raggiungere in un momento dato la temperatura di liquefazione dell'aria. A partire da questo momento, l'aria liquida fornita s'accumula in *R*, donde può essere estratta periodicamente all'esterno.

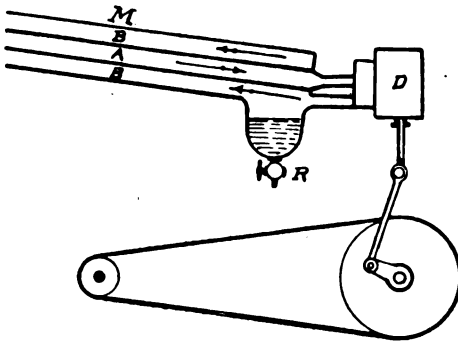



Fig. 3.

La produzione del freddo si fonda adunque dapprima sull'espansione adiabatica dell'aria nel cilindro d'espansione. In via accessoria, si trae profitto anche del lavoro interno, il quale, alla pressione di 40 atmosfere, interviene per circa 5 % nel freddo prodotto.

Mentre il rendimento ossia la produzione teorica del freddo è, coll'espansione isotermica, di 90 calorie, il rendimento limite teorico dell'espansione con lavoro esterno, lavoro interno compreso, non è minore di 170 calorie per cavallo-ora. Senonchè, operando nelle condizioni sopradette, l'aria che esce dal ricuperatore di freddo entrerebbe nella macchina d'espansione ad una temperatura molto prossima a — 140°, cioè alla temperatura di liquefazione sotto 40 atmosfere. In questo stato le sue proprietà espansive sarebbero per così dire annichilite e il lavoro esterno diventerebbe detestabile. Il Claude eleva di poco (a circa — 100°) la temperatura iniziale di espansione operando la liquefazione sotto pressione e precisamente nel seguente modo:

L'aria che ha lavorato nella macchina, in luogo di liquefarsi parzialmente, viene (fig. 4) a circolare dal basso in alto intorno ai

tubi di ciò che chiameremo un liquefattore, cioè d'un fascio tubolare L, alimentato con una parte di aria compressa e fredda del circuito d'alimentazione della macchina. Quest'aria compressa, sotto l'azione combinata delle sue 40 atmosfere e del freddo estremo dell'aria di espansione che circola intorno ad essa, si liquefa; ma, poichè è una legge generale della fisica che la temperatura di liquefazione di un gas si eleva colla pressione che esso sopporta, essa si liquiferà non più a — 190°, temperatura critica dell'aria, ma a — 140°.

D'altra parte, l'aria di espansione, la quale deve togliere del calore all'aria compressa per liquefarla, si riscalda per questo fatto fino a — 140° ed anche a — 130°, perchè nella sua circolazione metodica dal basso in alto nel liquefattore, essa deve non solamente liquefare l'aria del lique. ma raffreddarla dapprima, fattore, malgrado il suo calore specifico molto grande, dalla sua temperatura d'entrata fino a — 140°.

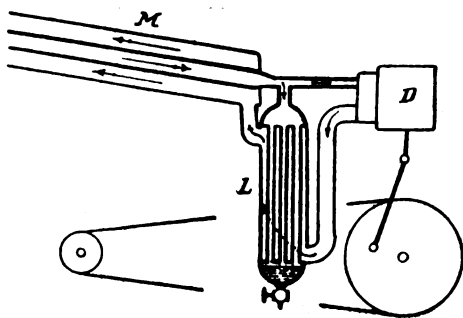



Fig. 4.

L'aria di espansione lascia dunque il liquefattore per penetrare nel ricuperatore non più a – 190° ma verso – 130° soltanto, e raffredda allora molto meno l'aria compressa. Questa non arriva più alla macchina, in media, che a — 100°, e si comprende facilmente, dopo quanto abbiamo detto, l'enorme vantaggio che questo elevamento può portare nelle condizioni della espansione.

Separazione dell'aria nei suoi elementi. — Sotto la pressione ordinaria, l'ossigeno bolle a — 180°,5, l'azoto a — 194°. Se dunque si fa evaporare l'aria liquida, sarà l'azoto che si evaporerà dapprima e la temperatura risalirà progressivamente a misura dello sviluppo di questo gas. Le ultime parti evaporate saranno ossigeno puro. Ma questo processo di separazione non fornirebbe che un pessimo rendimento. Infatti, l'azoto trascina con sè una porzione d'ossigeno che da 7 per 100 al principio, raggiunge il 30 per 100 quando il liquido contiene 60 per 100 d'ossigeno.

Evaporazione e liquefazione concomitanti. — Parkinson ha migliorato enormemente il rendimento ricuperando il freddo

prodotto dall'evaporazione dell'aria liquida. Nel recipiente contenente l'aria da evaporare, è disposto un fascio tubolare con un collettore di liquido.

In questo fascio arriva dell'aria compressa a *3 o 4 atm.*, raffreddata alla temperatura di liquefazione, verso — 180°, in un ricuperatore ove circola in senso contrario dei gas vaporizzati. Essa si liquefa nel fascio tubolare e in quantità quasi equivalente a quella che si è evaporata, quasi equivalente perchè i gas escono sempre un po' più freddi dal ricuperatore. La macchina a espansione ha il suo ufficio ridotto a colmare questo calo, sempre molto debole per rispetto alla quantità totale.

Questo processo richiede, come si vede, la liquefazione totale dell'aria, e dapprima, il trattamento di un liquido a 21 per 100 d'ossigeno che s'arricchisce poco a poco, ma necessariamente con perdite d'ossigeno.

Il sig. Claude s'è liberato da questa necessità mediante ciò ch'egli chiama la liquefazione con ritorno all'indietro. L'aria liquida dà per evaporazione un miscuglio della stessa composizione dell'atmosfera, cioè 21 per 100 d'ossigeno e 79 per 100 di azoto, quando il liquido ha il titolo 47 per 100 d'ossigeno. Il Claude ne conclude che se si provoca una liquefazione progressiva dell'aria, le prime gocce di liquido conterranno 47 per 100 d'ossigeno.

Se dunque, in basso (e non più in alto al fascio tubolare) l'aria arriva compressa e fredda, essa comincia a liquefarsi, le goccie formate avranno il titolo 47 per 100 d'ossigeno, l'aria impoverita elevantesi nel fascio si liquefa in un liquido più povero. Ma questo liquido, ricadendo pel suo proprio peso, ritorna indietro, in senso inverso della corrente d'aria ascendente e si trova in contatto con del gas via via più ricco e col quale non può essere in equilibrio; l'ossigeno di questo gas si liquiferà e l'azoto del liquido si vaporizzerà in parte. Alla fine, si avrà, al basso del fascio, del liquido a 47 per 100, che è in equilibrio col gas. Questo gas sfuggirà alla parte superiore del fascio allo stato di azoto praticamente puro e senza aver avuto bisogno di essere liquefatto. Il liquido ottenuto sarà sottoposto ad una rettificazione in un apparecchio a piastre affatto analogo a quelli che servono allo stesso scopo nella fabbricazione dell'alcool. Combinando questo apparecchio di rettificazione col processo di ritorno all'indietro si può estrarre l'ossigeno che resta nel gas all'uscita della rettificazione (circa 7 per 100) e ottenere così da una parte l'ossigeno, dall'altra parte l'azoto, praticamente puro (98 a 99 per 100).

Attualmente (giugno 1906) due di questi apparecchi sono in funzione e producono, l'uno 700 mc., l'altro 1000 m.^{3} d'ossigeno in 24 ore. Il rendimento è di circa *1 m.*^{3} per cavallo-ora.

Rettificazione. — Abbiamo visto come si possa ottenere dell'aria sopraossigenata al 48 $^0/_0$ d'ossigeno. Ora nell'industria si domanda dell'ossigeno puro, a basso prezzo, per innumerevoli applicazioni; citiamo come più interessanti: il taglio dei metalli coll'ossigeno, la fabbricazione delle pietre preziose artificiali.

Si ricorre perciò alla rettificazione, molto analoga a quella operata nell'industria dell'alcool.

Il principio che regge questa rettificazione consiste nel far passare i vapori di ossigeno, risultanti dall'evaporazione dell'aria liquida, attraverso i liquidi poveri ottenuti colla liquefazione concomitante in modo da condensare, per contro dell'azoto, l'ossigeno di questi vapori in luogo di lasciarli perdere; questo processo riposa adunque sopra considerazioni affatto analoghe a quelle che abbiamo fatto intervenire a proposito del ritorno all'indietro.

Rettificazione coll'apparecchio Linde (1906). — Ecco la descrizione del processo Linde, che è attualmente utilizzato in un gran numero d'impianti producenti da 2 a 20 metri cubi d'ossigeno puro per ora. Qui, al contrario di ciò che avviene in tutti gli apparecchi precedenti, e salvo il periodo di riempimento e di messa in regime, il liquido che si vaporizza è costantemente ed esclusivamente dell'ossigeno praticamente puro. Questo liquido è posto in un recipiente *V* e la sua vaporizzazione è provocata dalla liquefazione totale dell'aria fredda e compressa che alimenta il fascio tubolare *F* (fig. 5).

L'ossigeno vaporizzato sale nella colonna di rettificazione *C* che sormonta l'apparecchio, in senso inverso ed al contatto deltatto dell'aria liquida a 21 $^0/_0$ formato in *F*, che è, mercè la sua pressione, versata continuamente in alto della colonna *G*.

Quest'aria liquida al momento della depressione, acquista una temperatura molto bassa, a motivo del suo tenore elevato in azoto. Per effetto di questa temperatura, essa, nella sua discesa, condensa energicamente l'ossigeno dei gas ascendenti, il quale s'aggiunge ai 21 $^0/_0$ di già contenuti inizialmente nel liquido alla sua entrata nella colonna. Questo liquido si arricchisce dunque progressivamente in ossigeno ed arriva così nel vaporizzatore allo stato di ossigeno liquido puro, che sostituisce continuamente quello che si evapora.

Anzi, in ciascun istante ricade nel vaporizzatore un po' più

d'ossigeno allo stato liquido di quanto ne esce allo stato gassoso. Una parte del liquido può dunque versarsi continuamente per uno sfioratore *T* in un secondo vaporizzatore *V* analogo al primo, e l'ossigeno vaporizzato nel secondo vaporizzatore per effetto dell'aria compressa in *F'*, è diretto per *S*, attraverso un ricuperatore di freddo, verso il gasometro o gli apparecchi d'utilizzazione. È

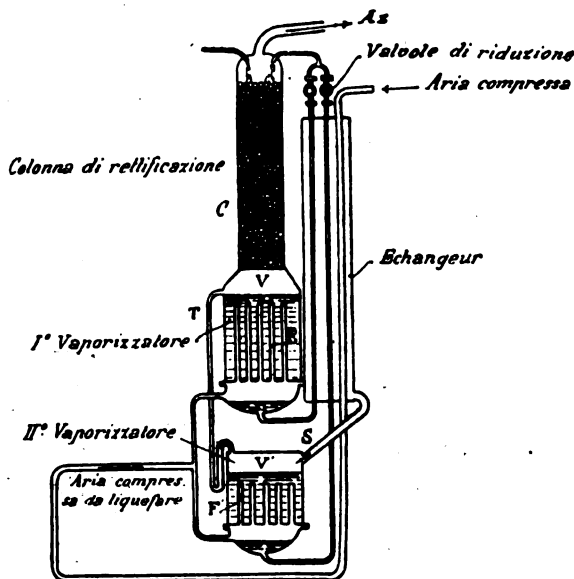



Fig. 5.

questo il prodotto definitivo della fabbricazione, è dell'ossigeno quasi puro. Il titolo è praticamente 96 a 98 %. L'aria liquida ricostituita in *F'*, è naturalmente unita a quella formata in *F* ed inviata con essa alla sommità della colonna *C*.

Rettificazione coll'apparecchio Claude. — Il dispositivo di Linde presenta un grave inconveniente. Esso non permette di raccogliere che i $^2/_3$ dell'ossigeno, e l'altro terzo è non solamente perso, ma sporca l'azoto e gli toglie ogni valore. Questo, effettivamente, è un diffetto comune a tutti i sistemi basati sulla liquefazione totale dell'aria, giacchè, secondo la curva di Baly (tenore del gas in funzione del tenore del liquido), il liquido a 21 %, ch'essi forniscono non potrebbe spogliare i gas che fino al conseguimento di 7 %.

Il Claude ha potuto evitare in modo molto semplice questo

grave difetto combinando colla rettificazione il suo dispositivo di «ritorno all'indietro». L'apparecchio così realizzato funziona in tutti gli impianti operanti secondo il suo procedimento ed egli ritiene che, salvo la vaporizzazione esclusiva d'ossigeno puro, gli apparecchi dell'avvenire non si allontaneranno molto.

Il liquido da vaporizzare è ancora ossigeno puro, ma non vi è che un solo vaporizzatore, il quale fornisce in una volta $^1/_5$ d'os-

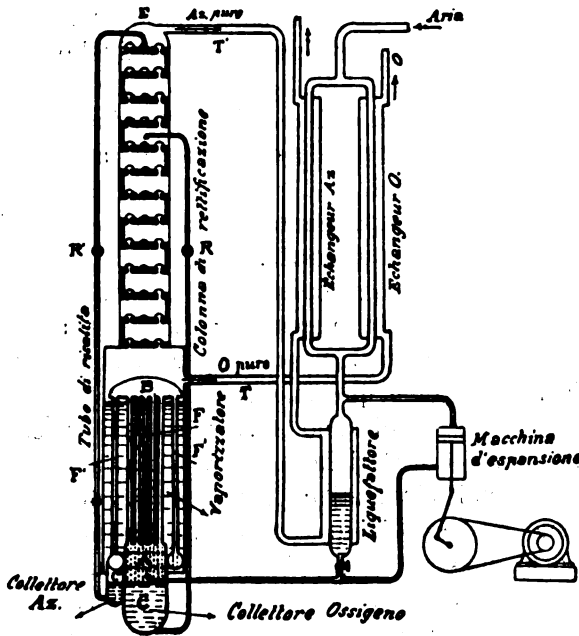



Fig. 6.

sigeno costituente il prodotto di fabbricazione ed i $^4/_5$ destinati, al compimento della rettificazione.

L'aria da trattare, precedentemente raffreddata nel ricuperatore (fig. 6), arriva al basso del fascio *F*, immerso nell'ossigeno liquido. Salendo in *F*, si liquefa parzialmente dando un liquido, raccolto in *C*, contenente tutto l'ossigeno e avente un titolo, come è stato spiegato, del 47 $^0/_0$ d'ossigeno e un residuo gassoso che è dell'azoto quasi puro. Quest'ultimo, penetrando dall'alta in basso nel fascio *F'*, concentrico al primo, termina di liquefarsi dando in conseguenza dell'azoto liquido che si raccoglie in *C'*.

Il liquido ricco formato nel fascio centrale, è inviato, a mezzo della sua pressione, a versarsi in modo continuo alla parte me-

diana della colonna di rettificazione: esso spoglia i gas ascendenti, secondo la curva di Baly, già citata, fino verso il 21 %. L'azoto liquido è versato alla sommità della colonna: esso sottopone i gas a 21 % della prima rettificazione, mercè la sua temperatura di 3° a 4° più bassa, ad una rettificazione complementare, la quale, secondo le cure di Baly, li spoglia completamente di ossigeno. Dalla sommità sfugge dunque dell'azoto praticamente puro.

Riassumendo, la totalità dell'azoto esce alla sommità dell'apparecchio, la totalità dell'ossigeno esce al livello del vaporizzatore.

Così si trova realizzata, con mezzi di cui si apprezzerà la semplicità, la separazione integrale dell'aria atmosferica in ossigeno e azoto praticamente puri.

L'arla liquida di complemento è qui supposto tolta ad una macchina ad aria liquida speciale.

Ma il Claude è riuscito a combinare in modo pratico un altro modo di compensazione delle perdite; l'aria da trattare è compressa più di qnanto sia necessario per la sua liquefazione nel fascio ed è ricondotta a questa pressione da una macchina di espansione intercalata nel ciclo, fornendo così la compensazione delle perdite di freddo. Così la totalità dell'aria messa in giuoco o separata nei suoi elementi e la semplicità degli apparecchi è portata al suo massimo in questo sistema detto a ciclo unico, per contrapposto al sistema a doppio ciclo ove una parte dell'aria fortemente compressa non serve che alla fabbricazione dell'aria liquida di compensazione, ed è persa in quanto a ossigeno.

Ora abbiamo visto che il rendimento dell'espansione con lavoro esterno è forzatamente troppo basso: d'altra parte, poichè l'aria dopo la sua espansione, dev'essere liquefatta nei fasci *F F'* della fig. 6, non è qui conveniente il riscaldarla inviandola dapprima in un liquefattore a provocare la liquefazione sotto pressione. Ma si può incaricare di questa missione l'azoto molto freddo che si è vaporizzato ed esce da *T'*. In luogo dunque d'inviare direttamente quest'azoto nel ricuperatore che gli è destinato, gli si fa dapprima attraversare il liquefattore dell'apparecchio, il cui è alimentato dall'aria compressa alla pressione iniziale. L'aria liquida formata è inviata, coll'aria di scappamento, nel collettore di liquido ricco *A*.

Il raffreddamento, ed il riempimento dell'apparecchio si fanno allora lasciando aperti i rubinetti *R*, *R*¹, dei tubi di risalita dei

liquidi in modo da sopprimere ogni contro pressione nella macchina ed utilizzare l'espansione totale. La temperatura dell'insieme s'abbassa progressivamente e, ad un dato momento, l'aria liquida comincia a formarsi nel liquefattore. Il liquido formato, trascinato coll'aria di scappamento, si versa sulle piastre della colonna di rettificazione, e riempie progressivamente l'apparecchio.

Quando il riempimento è finito, basta chiudere i rubinetti de tubi di risalita: l'aria di scappamento non ha più sfogo, la pressione si eleva nel sistema tubolare, poi la liquefazione si produce: si regolano allora i rubinetti suddetti in base agli indicatori di livello, in modo da far risalire il liquido man mano che si produce. Il tenore dell'ossigeno si eleva allora progressivamente: lo si controlla con analisi o con un ingegnoso apparecchio automatico ideato da Linde.

Quando questo tenore raggiunge il 96 %, si apre progressivamente il rubinetto al punto conveniente e che il tenore dell'ossigeno si mantenga e che il tenore dell'azoto resti dal canto suo minimo. Si regolano contemporaneamente i deflussi rispettivi d'aria compressa dei due ricuperatori a seconda delle indicazioni del termometro posto all'uscita dei gas separati.

La durata di questo avviamento è ordinariamente di sei a sette ore.

Fabbricando aria liquida, si opera naturalmente colla pressione la più elevata compatibile coll'impianto, cioè generalmente *35 a 40 atmosfere*, in modo da affrettare il riempimento. Fabbricando ossigeno, questa pressione è generalmente più forte, malgrado la contropressione, di quanto non sia necessario per fare il complemento di freddo ed assicurare la costanza della quantità d'aria liquida in giuoco.

Si diminuisce dunque progressivamente la pressione fino al momento in cui non si guadagna più in liquido.

Negli apparecchi di 50 metri cubi d'ossigeno all'ora la pressione può essere così abbassata fino a ventiquattro atmosfere; essa non oltrepassa diciotto atmosfere negli apparecchi da 100 mc.

Gli apparecchi di 50 mc. comportavano dapprima esteriormente due colonne di m. 4,50 circa d'altezza. Una colonna racchiudeva i ricuperatori ed il liquefattore, l'altra, l'apparecchio di vaporizzazione e di rettificazione. Ultimamente si è riusciti a condensare maggiormente gli apparecchi in una colonna unica; ne risulta una notevole diminuzione di rientrata del calore ed un notevole abbassamento della pressione di funzionamento, la riduzione di

questa pressione al più estremo limite costituendo ben inteso il criterio del valore di un apparecchio dal punto di vista economico.

Poichè l'azoto esce, in marcia normale, ad un tenore di 2 a 4 °/₀ d'ossigeno, ne risulta un rendimento di circa 1 metro cubo d'ossigeno puro per cavallo-ora effettivo sull'albero del compressore, per gli apparecchi di 50 mc. e di 1,20 mc. per quelli di 100.

Sono stati installati degli apparecchi da 50 mc. all'ora nelle officine di Boulogne, Lyon e Marseille esercitate dalla *Compagnie des Gaz Comprimés*, nell'officina della *Société l'Air liquide à Ougrée* presso Liegi, a Francoforte sul Meno dalla *Griesheim Electron C.*, a Genova dalla Società l'Aria Liquida.

Le fig. 7 e 8 rappresentano lo schema di un impianto completo d'ossigeno col processo Linde.

Il funzionamento si comprende alla sola ispezione dello schema; insisteremo soltanto sopra qualche particolare.

L'eliminazione dell'acido carbonico dell'aria è fatta, prima della sua compressione, a mezzo di latte di calce, che cola in modo continuo ed in senso inverso dell'aria. L'essiccamento al contrario, dev'essere effettuato dopo la compressione, comportando il compressore una iniezione d'acqua, che tende a rendere le compressione isotermica. Questo essiccamento è effettuato coll'aiuto di cloruro di calcio solido, che lo inizia, e di potassa in pezzi che lo termina.

Il gruppo comporta, in realtà, due apparecchi di separazione *K* e *K'*, in modo da prestarsi ad una marcia ininterrotta. Avviene infatti che non essendo mai rigoroso l'essiccamento dell'aria, i ricuperatori si ostruiscono poco a poco: in capo ad un certo tempo, ad esempio otto giorni, l'apparecchio dev'essere dunque arrestato e i ricuperatori ripuliti dalla brina mediante un riscaldamento alla temperatura ordinaria.

All'inizio della fabbricazione l'apparecchio è riempito d'aria liquida ottenuta coll'espansione dell'aria da *200 atmosfere.*

In regime d'ossigeno, è possibile discendere colla pressione a *50* atmosfere negli apparecchi di 50 mc. all'ora.

Gli apparecchi più diffusi del sistema Linde sono i tipi da 5 a 20 mc.

Produzione dell'azoto puro. - La produzione dell'azoto puro ha acquistato una vera importanza in vista della necessità di ottenere dell'azoto estremamente puro, cioè a 99,5 °/₀ nella fabbricazione, già attualmente molto intensa, della cyanamide o calce azotata.

Il processo Claude, col sistema del ritorno all'indietro e colla doppia rettificazione, conduce già, come abbiamo visto, a questo grado di purezza dell'azoto. Il Claude rende noto che l'idea d'inviare l'azoto liquido di lavaggio alla sommità degli apparecchi rettificatori è dovuto ai signori Levy e Helbronner, i di cui bre-

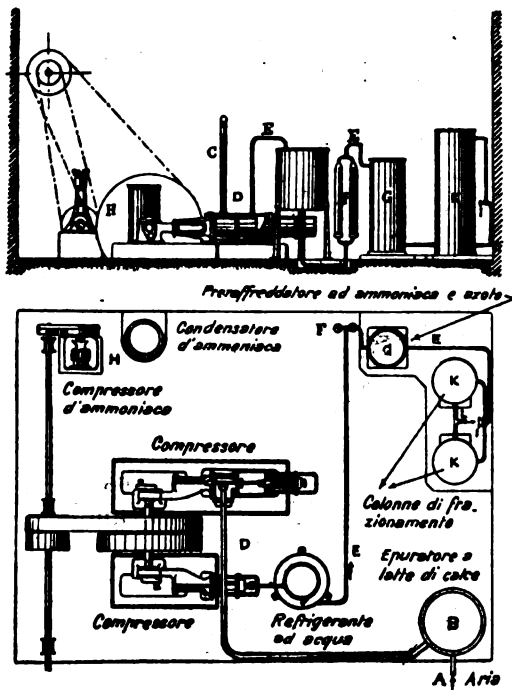



Fig. 7 e 8.

vetti sono stati perciò acquistati dalla Società l'Aria Liquida a cui egli appartiene.

I signori R. Lévy in Francia e Linde in Germania riuscirono contemporaneamente a produrre l'azoto puro coi loro apparecchi detti a purificazione auto-progressiva dell'azoto e di cui omettiamo qui la descrizione.

Infine in un processo recentissimo, brevettato nel 1907, il Linde ha cercato di trarre profitto del lavaggio coll'azoto liquido senza gli artifizi complicati e costosi dei suddetti apparecchi, e ritornando alle condizioni di semplicità estrema con cui il Claude ottiene l'azoto liquido. Egli ha indicato in questo brevetto un dispositivo che permette, come quello del Claude, di separare direttamente prima di ogni evaporazione l'aria trattata in liquido a 47 % od in azoto liquido.

Prove sperimentali su un gruppo di pompe centrifughe.

Il gruppo di pompe centrifughe, rappresentato in vista ed in pianta nella fig. 1 e 2 destinato al servizio di miniera, ha la capacità di 5 mc. al minuto con una prevalenza di 585 metri.

I due corpi di pompa disposti simmetricamente ai due lati

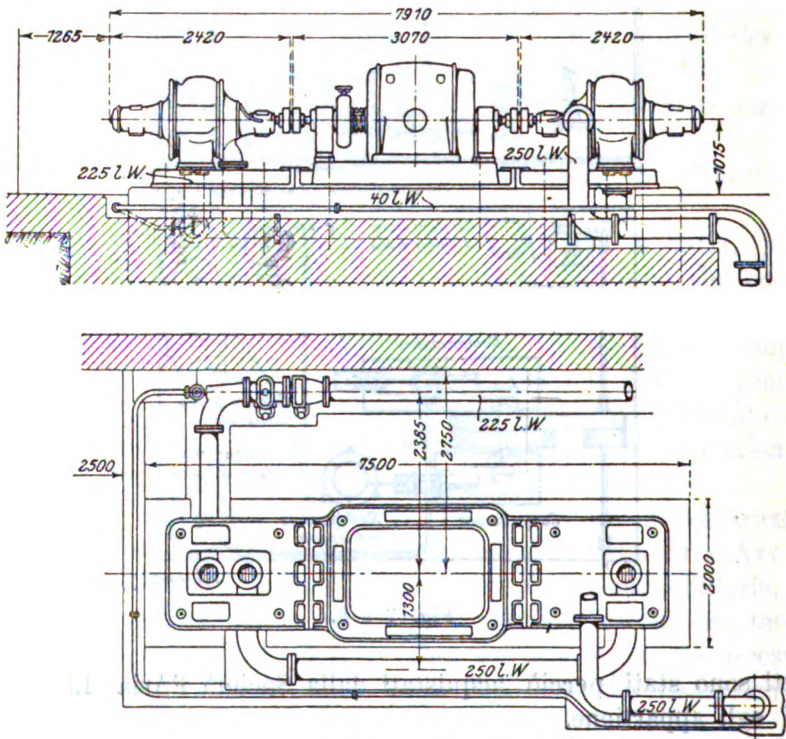



Fig. 1 e 2.

di un motore elettrico, comprendono 8 salti di pressione; ciascun corpo di pompa è equilibrato contro la spinta assiale. Tutte le tubazioni sono disposte sotto il pavimento allo scopo di ingombrare il meno possibile il locale delle macchine; lo stesso dicasi del tubo di collegamento (diametro interno di 250 mm.) dei due corpi di pompa.

Il motore asincrono trifase che comanda i due corpi di pompa sviluppa 1280 HP a 1490 giri ed una tensione di 3000 volt. Le prove di rendimento, i cui risultati sono riprodotti nelle ta-

belle 1.ª e 2.ª vennero eseguite dopo tre mesi di funzionamento normale della pompa; la potenza assorbita dal motore venne determinata col metodo dei due wattmetri, il rendimento invece per via indiretta. Il volume d'acqua fornito dalla pompa venne misurato mediante uno stramazzo convenientemente disposto. Dalle prove risulta che il rendimento medio complessivo dell'impianto è del 74 %; con un rendimento del motore del 95 % e della pompa presa a sè, del 78 al 79 % con un peso specifico dell'acqua di miniera di 1.05 ed un'altezza d'aspirazione di 5 metri

TABELLA I.

Prove per la determinazione del rendimento del motore elettrico.
Tensione: 3113,4 volt. — Intensità 50,56 Amp.
Potenza apparente 272.32 KVA. — Potenza effettiva 260,00 Kw.

Numero della prova	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Slipp . . . . %	0.47	0.43	0.37	0.41	0.42	0.49	0.35
Fattore di potenza . .	0.853	0.857	0.876	0.835	0.826	0.849	0.846
Perdite nel rame dello statore . . . . kw.	3.3783	3.6341	2.7333	3.3544	3.4855	3.1415	2.4235
Perdite nel rotor . .	3.182	2.91	2.586	2.789	2.871	2.76	2.379
Perdite a vuoto dedotte le perdite nel rame a vuoto	25.613	25.613	—	—	—	—	—
Perdite totali . . .	33.171	32.157	30.932	31.756	31.969	31.514	30.415
Potenza assorbita . .	739.114	674.279	596.22	644.79	664.5	637.77	546.0
Rendimento del motore % (§ 41 - V. D. I.) . .	95.7	95.4	95.1	95.3	95.4	95.3	94.7
Rendimento pratico del motore . . . . %	94.7	94.4	94.1	94.3	94.4	94.3	93.7

TABELLA II.

Genere di prova	Prevalenza normale				Funzionamento con saracinesche regolate		
Durata delle misure . min.	10	10	10	10	10	10	10
Intensità di corrente. amp.	170.0	154.9	134.3	148.8	151.7	144.0	126.5
Tensione . . . volt.	3111	3104	3109	3178	3208	3195	3146
Potenza assorbita K. W.	780.5	713.5	633.6	683.8	703.9	676.3	582.7
Potenza assorbita KVA	914.9	831.8	722.5	818.0	841.9	795.9	688.5
Fattore di potenza . %	0.85	0.86	0.88	0.84	0.84	0.85	0.85
Giri al minuto . . .	1519	1502	1482	1500	1501	1501	1500
Pressione effettiva nella pompa . . . at.	62.4	62.3	62.2	62.3	62.3	63.0	64.9
Altezza di sollevamento m.	585.4	—	—	—	—	—	—
Aspirazione media . m.	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.2	5.4
Prevalenza manometrica .	628.6	627.7	626.8	627.9	628	635.2	654 4
Peso specifico dell'acqua di miniera	1.054	—	—	—	—	—	—
Volume dell'acqua m³-min.	5.69	5.14	4.51	4.91	5.11	4.65	3.62
Rendimento del motore %	94.7	94.4	94.1	94.3	94.4	94.3	93.7
Potenza assorbita dalla pompa . . . HP.	1004.2	915.2	810.0	876	902.8	866.5	741.8
Potenza della pompa. HP	794.8	717.0	628.2	685.1	713.1	656.4	526.4
Rendimento della pompa %	79.1	78.3	77.6	78.2	79.0	75.8	71.0
Rendimento del gruppo %	74.9	73.9	73.0	73.7	74.5	71.5	66.5

Il secondo Concorso per il progetto della facciata della Nuova Stazione viaggiatori di Milano al Trotter.

I lettori ricorderanno come in seguito all'esito negativo di un primo concorso pel progetto della facciata della nuova Stazione viaggiatori al Trotter, e ai voti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti e di parecchi sodalizi artistici di Milano, il Municipio di Milano, abbia iniziate pratiche coll'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato per l'apertura di un nuovo concorso.

In seguito ad esse si concretò un nuovo programma col quale vennero stabiliti quattro premi; uno di L. 20.000, uno di L. 3000 e due di L. 2000 ciascuno, ai quali il Comune si è assunto di contribuire per la metà, e cioè con L. 12.500.

Del concorso dovrà giudicare una Commissione composta di sette Membri nominati d'accordo fra l'Amministrazione ferroviaria e comunale, presieduta dal Presidente dell'Accademia di Belle Arti di Milano.

Secondo il programma stabilito, che merita speciale attenzione, oltre che per l'importanza dell'opera cui si riferisce e per l'entità dei premi, anche per le sue modalità, dovrà il concorrente presentare disegni della fronte dell'edificio colle due tettoie che ne formano la parte avanzata verso la piazza Andrea Doria, e del fianco verso una delle due vie laterali; sezioni trasversali secondo l'asse del fabbricato e sull'asse dell'atrio partenze, oppure su quello dell'atrio arrivi; una sezione longitudinale, per metà secondo l'asse della tettoia del corpo posteriore; particolari diversi relativi alle cornici, alle decorazioni, alle coperture, al dispositivo dei lucernari, in numero tale da dare una rappresentazione completa dei due corpi in avanzata verso la piazza Andrea Doria.

Il progetto dovrà essere accompagnato da una succinta relazione in cui verranno indicati i materiali, le strutture murali, le strutture metalliche e quelle in siderocemento da adottarsi.

Esso dovrà soddisfare alle indicazioni dei disegni schematici che saranno inviati ai concorrenti dalla direzione generale delle Ferrovie dello Stato.

È lasciata piena libertà al concorrente di scegliere lo stile di architettura e di proporre i materiali ed i sistemi costruttivi da adottarsi.

I progetti dovranno essere fatti pervenire non più tardi delle ore 15 del giorno 30 del mese di giugno dell'anno 1912, al Capo Compartimen. delle Ferrovie dello Stato, in Milano.

La classificazione si farà per ordine di merito: nel giudizio la Commissione terrà conto anche del prevedibile costo delle opere proposte in relazione ai risultati artistici ottenuti. Al progetto riuscito primo nella graduatoria verrà assegnato il primo premio.

Se il progetto classificato primo in ordine di graduatoria sarà dall'Amministrazione ferroviaria riconosciuto conveniente nei riguardi della spesa, l'Amministrazione stessa vi darà esecuzione. Nel caso però che tale progetto importasse una spesa che l'Amministrazione riconoscesse non adeguata allo scopo, essa concorderà coll'Autore quelle modificazioni che, senza meno-

mare il pregio artistico dell'opera, rendessero possibile di ridurre la spesa entro limiti ragionevoli. Quando a ciò poi l'autore del progetto classificato primo non si prestasse, l'Amministrazione ferroviaria si riserva la facoltà di dare esecuzione ad altro dei progetti premiati che risponda alle condizioni volute anche nei riguardi della spesa, o di provvedere diversamente.

Nel caso in cui non si adottasse immutato il progetto classificato primo, il progetto di esecuzione sarà dall'Amministrazione ferroviaria presentato al Municipio di Milano per la sua accettazione, con facoltà del Municipio di sottoporlo ad una Commissione composta come quella esaminatrice dei progetti presentati al concorso ed anche subordinare la sua accettazione alla introduzione di varianti nel progetto.

Il progetto classificato come primo in ordine di graduatoria o quello tra gli altri progetti premiati di cui eventualmente venisse decisa l'esecuzione, si intendono acquisiti all'Amministrazione.

Gli altri progetti saranno tenuti a disposizione degli autori.

All'autore di quello fra i progetti premiati che l'Amministrazione ferroviaria riterrà di eseguire sarà affidata la direzione artistica della costruzione dei due avancorpi verso la piazza Andrea Doria, dei quali egli fornirà tutti i disegni ed i particolari di esecuzione e sorveglierà i lavori architettonici.

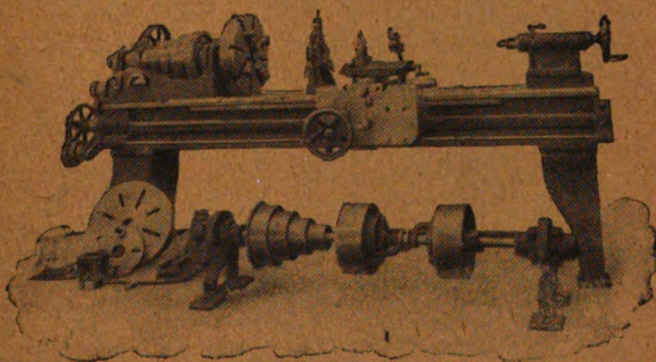
Inoltre egli fornirà i disegni delle decorazioni esterne, studiati in relazione ai motivi architettonici dei due avancorpi, per la fronte ed i fianchi del corpo principale del fabbricato, il quale verrà costruito dall'Amministrazione ferroviaria sulla base dei propri disegni, in quanto si riferiscono alla disposizione dei locali interni, al riparto delle aperture, all'altezza dei piani, alla grossezza ed alla struttura dei muri.

Egli dovrà pure dare i disegni ed i consigli che gli verranno richiesti dall'Amministrazione ferroviaria per le decorazioni architettoniche dei grandi archi, del caffè, degli scaloni, del ristorante, delle sale di aspetto e della fronte verso la ferrovia, allo scopo di coordinare, nei riguardi dell'arte, la parte messa a concorso colle parti interne dell'edificio.

Per l'opera di dirigenza artistica dei due avancorpi e di sorveglianza dei relativi lavori, nonchè la cooperazione artistica nella esecuzione delle altre parti esterne ed interne dell'edificio, verrà corrisposta all'autore del progetto acquisito all'Amministrazione ferroviaria la somma di L. 30.000.

Qualora l'autore del progetto prescelto per l'esecuzione non presenti nel termine di un anno dalla data di aggiudicazione del premio i disegni ed i particolari di esecuzione dei due corpi avanzati o li presenti in modo incompleto o non rispondente al progetto, l'autore medesimo si intenderà decaduto da ogni diritto alla dirigenza e consulenza artistica affidatagli e l'Amministrazione sarà libera di sostituire alla sua opera di altri o dei propri uffici.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, *Gerente*.

OFFICINE MECCANICHE E FONDERIE
Ing. ROBERTO ZÜST - Milano
TORNI
PIALLATRICI
FRESATRICI
TRAPANI
STOZZATRICI
LIMATRICI
DENTATRICI
CESOIE
MACCHINE UTENSILI DI PRÉCISIONE

Brevetto italiano N. 263-207:

Type de roue de compression pour des compresseurs rotatifs.

Si desidera vendere questo brevetto o concedere delle licenze di esercizio.

Rivolgersi per trattative all'Ufficio di questo periodico sotto S. P.

VETRERIE!

Il proprietario del brevetto completivo italiano Vol. 182, N. 53 Reg. Att. e N. 69541 Reg. Gen., per il trovato avente per titolo:

Perfectionnements à la fabrication d'objets en verre et aux appareils y relatifs,

è disposto a cedere il brevetto od a concedere licenze di fabbricazione od applicazione del trovato a condizioni favorevoli; eventualmente anche ad entrare in trattative per lo sfruttamento del trovato stesso in quel modo che risultasse più conveniente.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**

Via Bagutta, 24 - Milano

Sede in MILANO: Via Castelfidardo, 7

FILIALI:

GENOVA: Via Consolazione, 7 R
FIRENZE: Via Orivolo, 39
TORINO: Corso Oporto, 21

— SOCIETÀ ANONIMA —
FORNITURE ELETTRICHE

Importazione e deposito di materiale elettrico

LAMPADE AD INCANDESCENZA - CONDUTTORI ISOLATORI IN PORCELLANA PER ALTO E BASSO POTENZIALE - VETRERIE COMUNI E DI LUSSO

CARBONI PER ARCHI

Lampade a filamento metallico
"Z" - Economia 75 % - **"Philips"**

RAPPRESENTANZE GENERALI PER L'ITALIA:

Istrumenti di misura
Apparecchi per quadri } **Dr. P. MEYER A. G. - BERLINO**

VENDITA ESCLUSIVA per TUTTA L'ITALIA
del materiale brevettato contro le frodi.

SECURITAS - **Lampade-Portalampade-Commutatori** - **SECURITAS**

VENDITA ESCLUSIVA PER L'ITALIA
DEI
Limitatori di corrente
brevetto "MAZZUCCONI"

Merce sempre pronta

INDUSTRIALI!

I Signori **William Brooks CLOSE** e **William Henry Pern STEVENS**, a *Londra*, cessionari dell'attestato di privativa italiano N. 52806 Reg. Gen. e Vol. 115, N. 26 Reg. Att. per il trovato avente per titolo:

Perfezionamenti nelle macchine per fabbricare reticolati di metallo,

(rilasciato originariamente alla **EXPANDED METAL COMPANY**, di *Londra*), in adempimento alle prescrizioni della legge 30 ottobre 1859, art. 58, sono disposti ad accordare licenze per la costruzione di macchine protette dal brevetto preindicato a condizioni favorevoli.

Richiamano poi l'attenzione sulla circostanza che la Ditta FRATELLI BRUZZO di *Genova* (Piazza Fossatello, 11-5), è la sola che abbia il diritto di fabbricare e vendere in Italia il *Metal deploye* ottenuto coll'impiego delle macchine suddette.

Per schiarimenti ed eventuali trattative, rivolgersi all'*Ufficio Brevetti d'invenzione e Marchi di fabbrica, per l'Italia e per l'Estero*, della

Ditta **Ing. Barzanò e Zanardo**

Via Bagutta, 24 - Milano.

AGLI INDUSTRIALI.

Il titolare della seguente privativa industriale è disposto a venderla o a cedere licenze di fabbricazione o esercizio a condizioni favorevoli:

Brevetto rilasciato il 1.° luglio 1910 Vol. 316, N. 242 Reg. Att. e N. 105440 Reg. Gen., per:

Emploi du carton ondulé dans la fabrication des meubles,

del Signor **Hans Günther REINSTEIN**, a *Hannover* (Germania).

Per schiarimenti rivolgersi all'*Ufficio internazionale brevetti d'invenzione e marchi di fabbrica*

G. Giacomo Guarnieri

Via Durini, N. 18 - Milano.

Grandioso impianto di turbine idrauliche per una fabbrica di pasta di legno e relativa cartiera [1]

Ing. V. Gelpke

(Colla tavola 1)

Nell'isola Neufundland presso St. Johns e Grand Falls funziona da qualche tempo un grandioso impianto per la sfibratura e produzione della pasta di legno e per la fabbricazione della carta che utilizza una forza idraulica di 23500 HP.

Tralascio di descrivere dettagliatamente le opere di derivazione e di presa, in quanto queste non presentano caratteristiche di particolare interesse e ricordo soltanto che la condotta forzata è costituita di due tubi principali in lamiera d'acciaio di 4572 mm. di diametro e 655 mt. di lunghezza raccordati in vicinanza all'opificio da un collettore trasversale di 3048 mm. di diametro. Uno dei tubi principali prosegue con un diametro ridotto a 3048 mm. fino all'officina idroelettrica dove sono installate tre turbine accoppiate direttamente a dei generatori elettrici; d'all'altro si diramano invece due condutture di 3272 mm. di diametro (fig. 1 a 4, tav. 1) che vanno ad alimentare le turbine direttamente accoppiate agli sfibratori per la produzione della pasta di legno.

I tubi sono di lamiera chiodata di 13 mm. di spessore con chiodature trasversali semplici e doppie nei giunti longitudinali. È degno di nota il giunto di dilatazione rappresentato in sezione

(1) Le turbine e relative tubazioni e saracinesche nonchè le pompe e tutto il macchinario per la sfibratura del legno vennero forniti dalla ditta Amme Gieseke e Konegen di Braunschweig; il macchinario elettrico, dalla ditta Brown Boveri e C. di Baden (Svizzera).

nella fig. 12, tav. 1; la velocità dell'acqua nelle tubazioni raggiunge a pieno carico i 2,5 metri.

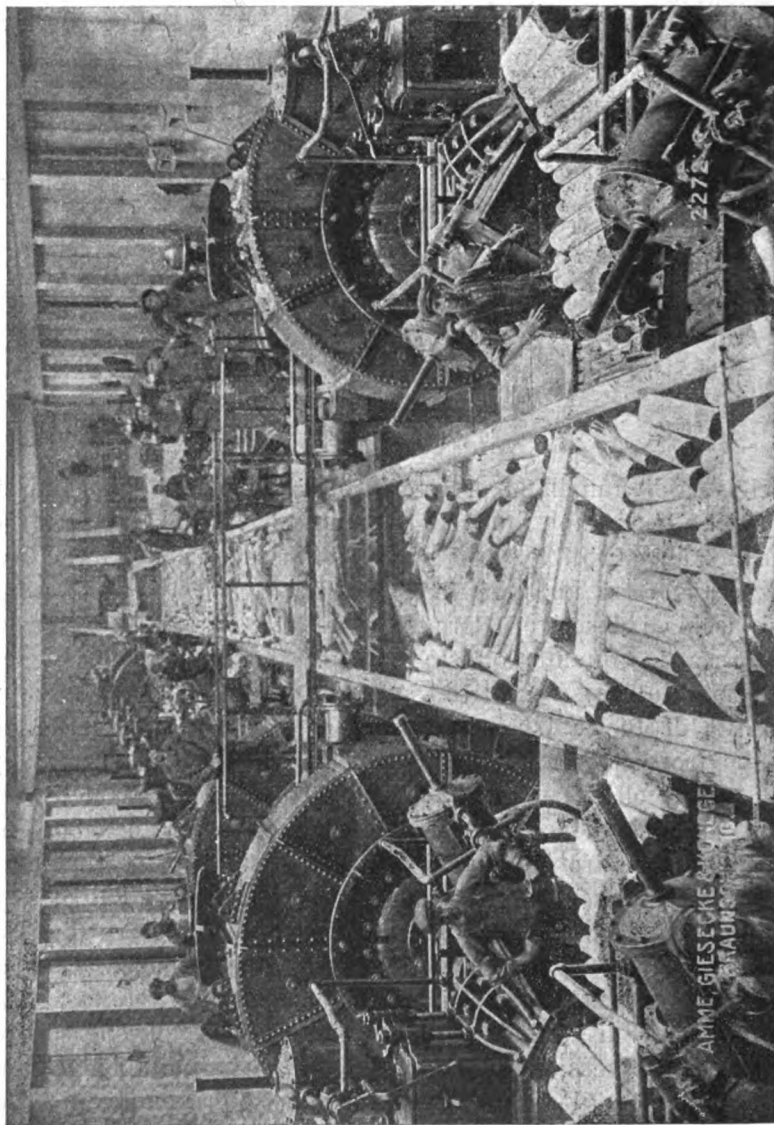



Fig. 1. — Interno della sala degli sfibratori.

L'impianto delle turbine si può suddividere in tre sezioni principali:

1.° Impianto per la sfibratura del legno costituito da quattro gruppi di turbine, ognuno della potenza di 4200 HP a 225 giri

al minuto, direttamente accoppiati con sei sfibratori (tre per parte) che assorbono ognuno 700 HP di forza.

Il legno da sfibrare preventivamente tagliato in giusta misura e scortecciato viene introdotto nel locale degli sfibratori attraverso un canale pieno d'acqua che attraversa longitudinalmente detto locale come si rileva nella figura 1, mentre la pasta di legno, prodotto della lavorazione, è inviata, mediante canali trasversali,

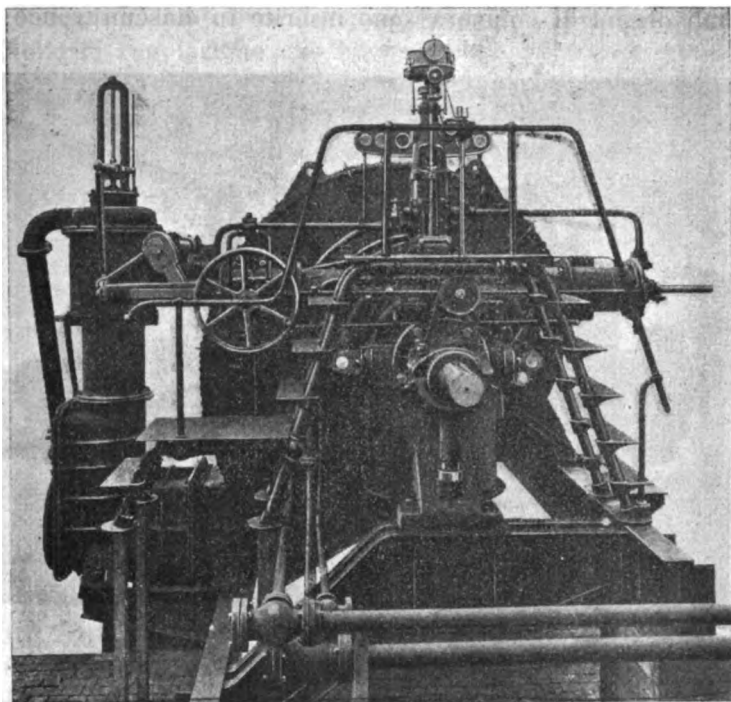



Fig. 2. – Turbina per il comando degli sfibratori.

a due canali raccoglitori principali addossati alle pareti longitudinali del fabbricato.

2.° Impianto di turbine per il servizio delle macchine speciali in cartiera che comprende tre turbine di 2700 HP ognuna a 375 giri azionanti dei generatori elettrici trifasi che trasmettono l'energia attraverso una linea aerea ai motori installati nella cartiera (v. fig. 3).

3.° Impianto di gruppi di pompe per l'olio in pressione ne-

cessario per la regolazione sia delle turbine degli sfibratori che di quelle accoppiate direttamente ai generatori elettrici.

* * *

I tubi principali che alimentano le turbine degli sfibratori si biforcano a forchetta in due tronchi come è indicato nella fig. 17, tav. 1, e vanno ai due gruppi di turbine doppie ognuna della potenza di 4000 HP.

Quali organi di chiusura sono inserite in ciascun tronco di tu-

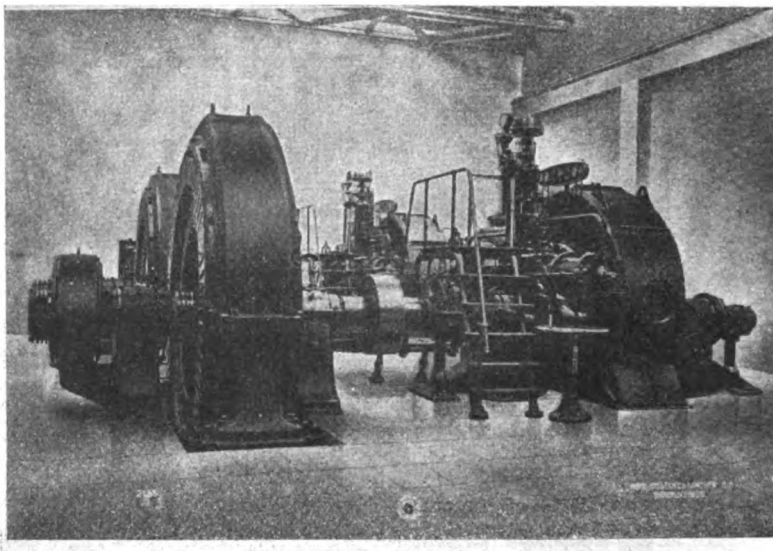



Fig. 3. — Turbine direttamente accoppiate con generatori elettrici.

bazione e quindi su ciascun gruppo di turbine due saracinesche (fig. 1, tav. 1) collegate però tra loro in modo che vengano ad essere aperte o chiuse contemporaneamente, cosicchè non abbia a verificarsi una spinta assiale lungo l'asse delle turbine.

Per la disposizione in serie delle due turbine di ciascun gruppo fu necessario dare ai canali di aspirazione doppia curvatura come è chiaramente disegnato nelle figure 3 a 11, tav. 1.

La ruota a pale delle turbine del tipo normale comprende 17 pale in lamiera d'acciaio (fig. 16); il distributore è costituito

da 20 pale mobili forgiate in un solo pezzo coi perni che attraversano la camera di chiusura superiore entro cuscinetti in bronzo con tenuta a premistoppa.

Lateralmente al bottone d'attacco della leva del regolatore, i perni sono guidati in un altro supporto che sopporta la pressione dovuta all'azione della leva e che è fissato con bulloni all'incastellatura esterna della turbina. Tanto i supporti esterni che quelli interni possono venire lubrificati durante il funzionamento della turbina mediante scatole a grasso Stauffer.

Le estremità delle leve di regolazione sono collegate a snodo coll'anello di regolazione che ha un profilo ad S, al quale sono fissati due perni di collegamento col servomotore del regolatore.

Le pareti interne della camera della turbina in immediata vicinanza alle pale del distributore e sottoposte quindi a maggiore usura, sono protette con ferri a ⊥ facilmente ricambiabili e così pure si è provvisto a rinforzare le due pareti frontali delle camere a spirale contro la pressione interna dell'acqua, mediante tiranti fissati con bulloni a vite a doppia filettatura e mediante manicotti x a profilo ovale schiacciato disposti opportunamente lungo tutta la periferia della ruota mobile (vedi fig. 7, tav. 1) e fissati alla loro volta con bullonature y.

I tubi di scarico delle turbine sono costituiti da due raccordi a gomito (vedi fig. 8-11, tav. 1) riuniti inferiormente con raccordo a forchetta; questa disposizione ha il vantaggio di rendere possibile un terzo supporto centrale dell'albero che ha una lunghezza totale di 7,454 m. Gli altri due supporti esterni sono del tipo normale a mensola con colonnetta di sostegno.

Tutti e tre i supporti hanno bronzine in metallo bianco smontabili; uno di essi funziona anche come sopporto di spinta.

Poichè, come si è già detto, ognuna delle turbine aziona sei sfibratori, tre per parte, si è reso indispensabile l'accoppiamento con giunti speciali (vedi fig. 7, tav. 1) che permettessero di poter smontare, in caso di guasti, tanto la camera della turbina che le ruote mobili senza per questo dover smontare anche le ruote degli sfibratori.

I regolatori delle turbine sono del tipo a pendolo ed agiscono su servomotori a pressione d'olio; sono degni di nota in quanto differiscono notevolmente dai comuni regolatori con leva a bilanciere. Il movimento oscillante di guida del bilanciere è trasformato in movimento centrale in direzione dell'asse del pendolo.

Il manicotto del pendolo è collegato con due tiranti *a* (fig. 6, tav. 1) all'asta *h* che porta lo stantuffo o cassetto distributore *c* del servomotore principale. Con tale disposizione si vengono ad aprire i due canali distributori *d* ed *e*; ad esempio, per il movimento dal basso verso l'alto del manicotto del regolatore, il canale *a* viene a comunicare colla camera di pressione *b* mentre la camera *g* viene a scaricarsi attraverso il canale *e*. Non appena vengono aperti i canali *d* ed *e* che vanno al servomotore principale, ha inizio il movimento degli stantuffi principali *n* (fig. 13) al quale fa seguito necessariamente anche quello del sistema di leva che agisce sul

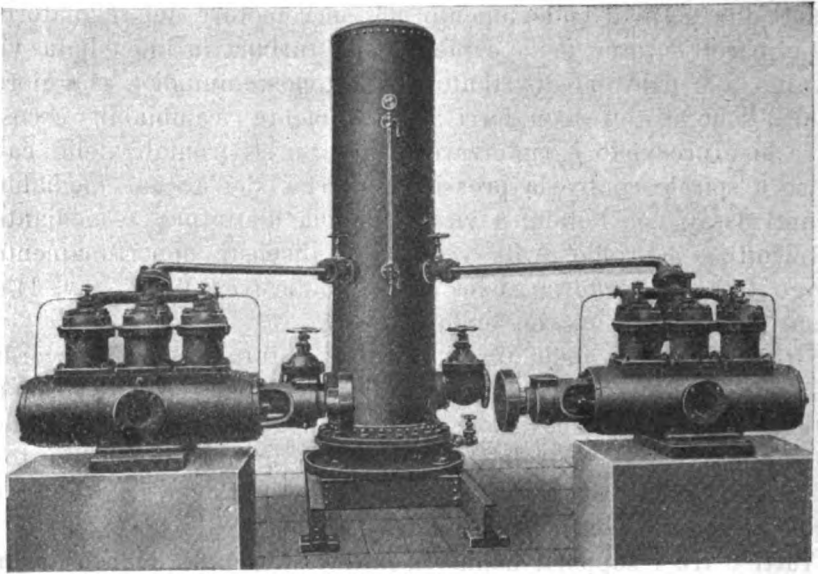



Fig. 4. — Gruppo di pompe per l'olio in pressione.

distributore, mentre vengono di nuovo ad essere interrotti i due canali *d* ed *e* arrestando in tempo utile la regolazione.

È opportuno ricordare che durante tutto il periodo di regolazione, si utilizza un terzo circa della corsa totale del regolatore e che quindi si dispone degli altri $^2/_3$ di corsa per le variazioni di velocità. Che se ad esempio si può utilizzare una corsa totale del regolatore di 30 mm. a 100 giri rispettivamente 115 nelle posizioni limiti, si disporrà, lavorando con una velocità minima di 102,5 ed una massima di 112,5 giri, di una percentuale di variazione del 10 % circa.

Queste turbine sono provviste anche di doppia regolazione a mano che si ottiene in un caso manovrando un robinetto a tre vie col quale si può portare la turbina da pieno carico alla marcia a vuoto nel tempo relativamente breve di 10 1″ qualora però funzioni regolarmente tutto l'impianto sussidiario per l'olio in pressione.

Nel secondo caso si dispone inoltre di una pompa a mano mediante la quale si può chiudere o aprire la turbina in tre minuti di tempo; dispositivo questo che si utilizza solo in quei rarissimi casi in cui per effetto di rottura delle condotture, non si disponga di olio in pressione.

Come si rileva nei disegni, ciascun gruppo di turbine è ispezionabile da una passerella in ferro che sovrapassa il canale centrale di alimentazione del legname in lavorazione.

Le turbine della officina idroelettrica (fig.2 a 4, tav. 1). — Queste turbine sono pure del tipo doppio epperò comprendono ognuna una sola camera spirale contrariamente a quanto si è visto per quelle da 4000 HP accoppiate agli sfibratori.

I tubi di derivazione sono innestati al collettore principale con un angolo di 60° e su di essi sono inserite delle saracinesche di 1300-1400 mm. di diametro manovrabili meccanicamente ed a mano.

Le turbine sono raccordate mediante gomiti in ghisa ai tubi d'aspirazione in lamiera di ferro inclinati in direzione del canale collettore; funzionano normalmente a 375 giri al minuto, velocità che può venire variata come si è visto durante la marcia, entro i limiti 356 e 394 giri.

Il numero specifico dei giri di una ruota semplice di ciascuna turbina doppia è di 174.

I dettagli costruttivi di queste turbine e dei relativi regolatori sono identici a quelli già descritti per le turbine da 4000 HP, epperò va notata l'aggiunta di scaricatori di pressione con lenta chiusura automatica che, come noto, hanno l'ufficio di scaricare l'acqua nei casi di chiusura rapida delle turbine, impedendo sovrapressioni nelle condotture.

Il momento rotante $G\,D^2$ dell'alternatore è di 60000 kg. m^2; dalla Casa costruttrice si è garantito un aumento di velocità a scarico istantaneo non superiore al 12 %; gli alternatori funzionano con un carico normale di 1700 Kw. a *600* volt e 1800 amp. per fase, con un fattore di potenza cos $\varphi = 0,8$ ed una frequenza di 50. Le dinamo di eccitazione vennero previste della potenza

di 43 Kw a 115 volt e ognuna di esse può servire per due alternatori.

I rendimenti degli alternatori comprese le perdite per attrito e ventilazione sono:

	cos φ = 1	cos φ = 0.8
A pieno carico %	94	93
A metà carico %	90	89

con variazioni di tensione da pieno carico a vuoto rispettivamente dell'8 e del 20 %.

L'olio in pressione è fornito da quattro gruppi di pompe a tre stantuffi con due camere d'aria in lamiera del diametro di 700 mm. e dell'altezza di 2000 mm. Il serbatoio dell'olio della capacità di 8 mc. è disposto sufficientemente in basso perchè l'olio di scarico dei regolatori vi affluisca per gravità attraverso opportuni strati filtranti. La conduttura dell'olio in pressione è costituita esclusivamente con tubi Mannesman; degno di nota è il modello costruttivo delle pompe, assai poco ingombrante ed a chiusura ermetica tantochè tutti i meccanismi in movimento possono venire immersi in un bagno d'olio.

La valvola d'aspirazione è disposta nello stantuffo *h* (vedi fig. 5, tav. 1) della pompa, quella di compressione sul coperchio del corpo di pompa *a*.

La pompa ha una portata di 360 litri al minuto con 178 giri normali alla pressione di 10 atm,; il numero dei giri può però venir aumentato a 200 con una conseguente portata di 420 litri al minuto; dette pompe triple sono azionate da elettromotori mediante una coppia di ingranaggi Wüst che riducono il numero dei giri da 700 a 178; le pompe sono collegate tra loro con giunti a frizione Benn.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Telegrafia senza fili sistema Marconi (1).

L'applicazione pratica delle onde elettriche allo scopo di trasmissione telegrafica senza filo a lunghe distanze, ha continuato ad estendersi notevolmente in questi ultimi anni, e molte delle difficoltà che al principio apparvero quasi insormontabili, vennero superate a poco a poco, sopratutto in base alla miglior conoscenza che noi abbiamo ottenuta del soggetto e dei principii in esso racchiusi.

Esperimenti che io ebbi la fortuna di poter condurre su scala assai più vasta di quel che possa farsi negli ordinari laboratori, hanno resa possibile l'investigazione di fenomeni spesso nuovi e certamente inaspettati.

Quantunque noi abbiamo — o crediamo di avere — tutti i dati necessari per una soddisfacente produzione e ricezione delle onde elettriche, siamo tuttavia ben lontani dal possedere conoscenze esatte sulle condizioni che regolano la trasmissione di queste onde attraverso lo spazio, specialmente su quelle che si incontrano nella trasmissione a lunghe distanze. E benchè sia oggi di nessuna difficoltà il disegnare, costruire e porre in servizio delle stazioni capaci di un soddisfacente lavoro commerciale, fino a distanze di 2500 miglia, pure di molti fatti che si verificano nella trasmissione di queste onde, non si è data ancora l'esatta spiegazione. Accennerò brevemente ad alcune di queste finora apparenti anomalie.

Perchè, se si usano onde corte, le distanze che possono rag-

---

(1) Conferenza tenuta da Guglielmo Marconi alla *Royal Institution* di Londra il 2 giugno 1911, *L'Elettricista*, n. 13.

giungersi durante la notte, sono d'ordinario enormemente maggiori di quelle superate durante il giorno; mentre con onde molto più lunghe, la portata di trasmissione è quasi uguale nella notte e nel giorno, anzi a volte, anche più grande durante il giorno?

Quale spiegazione si è data del fatto che, durante la notte, le distanze raggiunte lungo direzioni nord-sud sono tanto più grandi di quelle che possono superarsi lungo direzioni est-ovest?

A quale causa attribuire l'altro fatto che le montagne e la terra in genere ostacolano grandemente la propagazione di onde corte sotto la luce solare, e non invece nelle ore di oscurità?

***

I principî generali su cui si basa la radiotelegrafia pratica, sono oggi così bene conosciuti che non v'è bisogno che io mi vi fermi sopra se non nella maniera più breve possibile.

La telegrafia senza filo, resa possibile per opera di Faraday, Maxwel e Herz che aprirono nuovi campi di ricerche, si serve di onde elettriche prodotte da correnti alternate di altissima frequenza ed indotte in fili od aerei di capacità elevate ed opportunamente disposte. Queste onde sono ricevute ad una stazione lontana su altri conduttori elevati ed accordati al periodo di esse; vengono poi rese percettibili ai nostri sensi per mezzo di opportuni rivelatori.

Il mio sistema originale del 1896 consisteva nella disposizione indicata dal diagramma della fig. 1. Il filo metallico verticale era collegato ad una sfera dello scintillatore e l'altra sfera collegata colla terra; le due sfere erano poi connesse cogli estremi del circuito secondario di un rocchetto d'induzione o trasformatore. Con tale dispositivo ogni scarica tra le sfere dello scintillatore dava luogo ad oscillazioni di alta frequenza nel conduttore elevato e nella terra; e quindi energia sotto forma di onde elettriche veniva irradiata attraverso lo spazio.

Alla stazione ricevente (fig. 2) queste onde inducevano correnti oscillatorie in un conduttore collegato alla terra attraverso un *coherer*. Quantunque tale dispositivo fosse oltremodo efficiente per quel che riguarda la irradiazione di energia elettrica, esso aveva però numerosi difetti.

La capacità del sistema essendo molto piccola, la limitata

quantità di energia nell'antenna era lanciata nello spazio in un periodo di tempo straordinariamente breve; in altre parole l'energia, invece di suscitare una serie di onde era tutta dissipata in poche oscillazioni appena, e, per conseguenza, non si potè praticamente ottenere nulla che si accostasse ad una sintonia tra il trasmettitore ed il ricevitore.

Potrebbero citarsi molte analogie meccaniche per mostrare che, ad ottenere lo sintonia, l'energia operante dev'essere supplita sotto forma di un numero sufficiente di piccole oscillazioni od

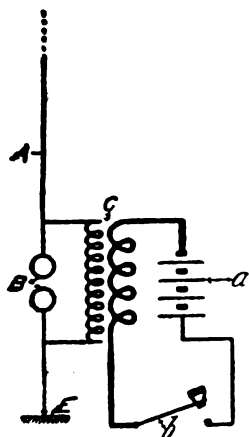
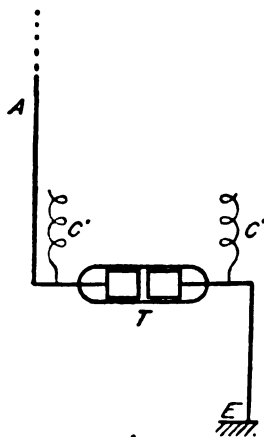



Fig. 1. Fig. 2.

impulsi succedentesi a giusti intervalli. Di tal fatto l'acustica ci offre molti esempi, come la risonanza prodotta nel noto esperimento del diapason.

Si potrebbero portare altre illustrazioni di questo principio. Così, ad esempio, se si vuol porre in movimento un pendolo pesante per mezzo di piccole spinte od impulsi, questi debbono essere dati a tempo, d'accordo col periodo del pendolo stesso, altrimenti non si potrebbe riuscire a produrre oscillazioni di ampiezza apprezzabile.

***

Nel 1900 io adottai per la prima volta il dispositivo che è ora usato generalmente. Esso consiste (v. fig. 3) in un accoppiamento induttivo dell'antenna con un circuito comprendente un condensatore che agisce come magazzino di energia. Come oggi è ben noto, in un circuito con condensatore le oscillazioni pos-

sono persistere un periodo di tempo elettricamente molto lungo; oltracciò con opportuna disposizione dell'aereo, si può fare in modo che le oscillazioni siano irradiate nello spazio sotto la forma di una serie di onde le quali, per il loro effetto cumulativo, si prestano eccellentemente a stabilire quella sintonia che deve sussistere fra trasmettitore e ricevitore.

I circuiti, ossia il circuito del condensatore ed il filo aereo o circuito radiante erano accoppiati insieme più o meno strettamente. Regolando l'induttanza nell'aereo ed usando un valore appropriato di capacità e d'induttanza nel circuito del condensatore, i due circuiti venivano a trovarsi nello stato di risonanza elettrica, condizione questa che io pel primo feci notare come indispensabile ad ottenere una radiazione efficiente ed una buona sintonia.

Il ricevitore (fig. 4) consiste pure in un conduttore elevato od antenna collegata alla terra per mezzo di un trasformatore di oscillazioni. Il secondario di quest'ultimo è collegato con un condensatore e con un rivelatore; i circuiti sono calcolati in modo da avere approssimativamente lo stesso periodo dei circuiti trasmettitori.

Alla stazione di lunga distanza posta a Clifden in Irlanda, la disposizione che ha dato i risultati migliori è basata in sostanza sul mio sistema sintonico del 1900, al quale però sono stati apportati molti perfezionamenti.

Una innovazione importante dal punto di vista pratico, fu l'avere adottato a Clifden ed a Glace Bay condensatori ad aria, consistenti in lastre metalliche isolate e sospese nell'aria alla pressione ordinaria. In questo modo noi riduciamo assai la perdita d'energia che avrebbe luogo in conseguenza dell'isteresi dielettrica quando si adoperasse vetro od altro dielettrico solido. Ed una considerevole economia risulta altresì dall'impossibilità di rotture nel dielettrico; infatti, posto pure che il potenziale raggiungesse un valore così grande da produrre una scarica tra le lastre del condensatore, ciò non recherebbe danno permanente al dielettrico, essendo l'aria una delle poche cose che si rimpiazza colla minima spesa.

* * *

Sono stati immaginati e sperimentati vari dispositivi allo scopo di ottenere delle onde continue od almeno lunghe serie o treni

di onde; ma dalla mia esperienza risulta che quando si adoperino i migliori rivelatori che oggi esistono, non è nè economico, nè efficiente il cercare di aver delle onde troppo continue. Assai migliori risultati si ottengono quando dei gruppi di onde (vedi fig. 5) sono emessi a regolari intervalli in modo tale che il loro effetto, accumulato, produca una distinta nota musicale nel ricevitore che è accordato non solo al periodo delle onde elettriche trasmesse, ma anche alla frequenza dei loro gruppi. Ne risulta che, potendosi il ricevitore accordare in doppio modo si

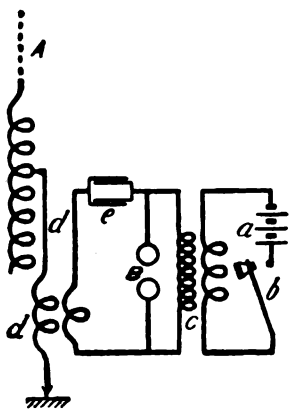
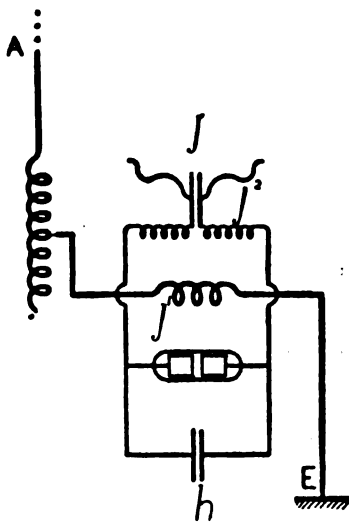



Fig. 3. Fig. 4.

riesce ad ottenere una molto maggiore selezione che non si avrebbe coll'uso di sintonia di onde solamente.

Infatti è facile decifrare simultaneamente differenti messaggi trasmessi colla stessa lunghezza d'onda, ma con diverse frequenze di gruppi di onde.

Per ciò che riguarda la semplice sintonia, risultati molto soddisfacenti — quasi quanto quelli ottenuti per mezzo di oscillazioni continue — possono raggiungersi con gruppi di onde, il cui decremento è per ogni gruppo di 0,03 o 0,04; il che vuol dire che 30 o 40 utili oscillazioni vengono radiate prima che la loro ampiezza diventi troppo piccola da farsi sensibile al rivelatore.

Il circuito del condensatore a Clifden ha un decremento da 0,015 a 0,03 per onde abbastanza lunghe.

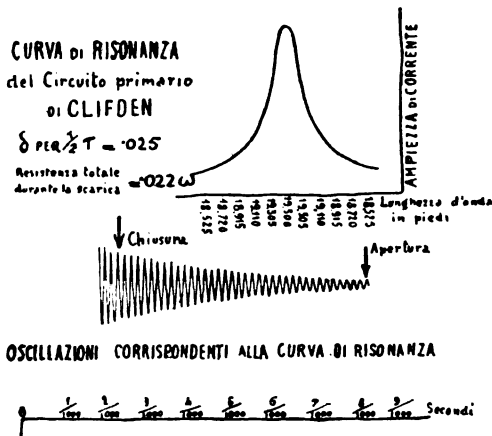



Fig. 5.

Tale persistenza delle oscillazioni è stata ottenuta coll'adozione del sistema indicato nella fig. 6, e che io descrissi per la prima volta in un mio brevetto del 1907. Il sistema elimina quasi completamente la resistenza offerta dalla distanza esplosiva tra le sfere dello scintillatore, causa principale, come è ben noto, dello smorzamento delle onde che ha luogo negli usuali circuiti trasmittenti.

L'apparecchio della figura 6 consiste essenzialmente in un disco di metallo *a* con dei bottoni di contatto fissati ad intervalli regolari lungo la periferia e perpendicolarmente al suo piano. Il disco vien fatto ruotare rapidamente tra due altri dischi *b* per mezzo di un rapido motore elettrico o di una turbina a vapore. I dischi laterali girano anch'essi lentamente in un piano ad angolo retto con quello in cui si muove il disco di mezzo. Le connessioni sono illustrate nella figura. I bottoni di contatto, in rame, sono di tal lunghezza da sfiorare nel loro passaggio i dischi laterali i quali vengono così messi in comunicazione.

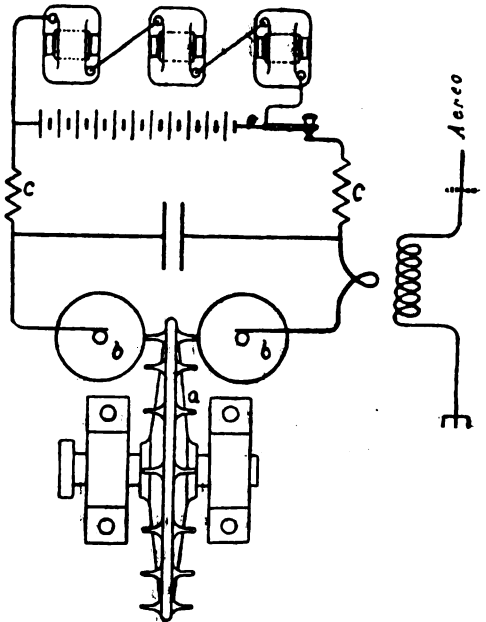



Fig. 6.

Colla frequenza adoperata a Clifden, ossia 45,000, quando un potenziale di 15,000 volt è usato sul condensatore, e con una velocità periferica del disco di circa 600 piedi al secondo, lo spazio esplosivo è praticamente chiuso durante il tempo in cui ha luogo un'oscillazione completa. Ne consegue che il circuito primario può continuare ad oscillare senza essere più soggetto alla perdita materiale dovuta alla resistenza dello spazio esplosivo. Naturalmente il numero delle oscillazioni che possono prodursi, è regolato dalla larghezza o spessore dei dischi laterali, il circuito primario essendo aperto bruscamente non appena i bottoni di contatto del disco di mezzo si allontanano dai dischi laterali.

Questo aprirsi repentino del circuito primario tende a smorzare immediatamente le oscillazioni che possono ancora persistere nel circuito del condensatore. Il che porta con sè un altro importante vantaggio: infatti se il circuito del condensatore e quello aereo sono convenientemente accoppiati, l'energia del primario sarà praticamente trasferita tutta sul circuito aereo nel periodo di tempo che il circuito del condensatore è chiuso dai bottoni di contatto che collegano i dischi laterali; oltre di che il rompersi della connessione fra i detti dischi, impedisce all'energia di tornare indietro dal circuito aereo al circuito del condensatore, come accadrebbe usando lo scintillatore nella sua forma ordinaria. In questo modo risulta eliminata la solita reazione che avrebbe luogo tra il circuito aereo e quello del condensatore; di guisa che con questo tipo di scaricatore e con un opportuno accoppiamento dei due circuiti, l'energia viene irradiata dall'antenna nella forma di un'onda pura, essendosi ridotta ad un minimo la resistenza opposta dallo spazio esplosivo.

***

Un particolare notevole dell'impianto di Clifden, specialmente dal punto di vista pratico e tecnico, è l'uso regolare di corrente continua ad alta tensione per caricare il condensatore. La corrente continua ad un potenziale che può raggiungere i 20,000 volt, è ottenuta per mezzo di speciali generatori; questi caricano una batteria d'accumulatori di 6000 elementi, tutti connessi in serie. Posso far osservare che questa batteria è la più grande del genere che esista. La capacità di ogni accumulatore è di 40 am-

pères-ore. Usando solo la batteria, si ottiene un voltaggio dagli 11,000 ai 12,000 volt; quando poi si usino insieme generatori e batteria, allora il potenziale può raggiungere i 15,000 volt.

E poichè per una parte considerevole della giornata viene usata solo la batteria, ne deriva che su 16 ore delle 24 non vi è bisogno di mettere in moto altre macchine, colla sola eccezione del piccolo motore che aziona il disco scaricatore.

Il potenziale di carica del condensatore raggiunge i 18,000 volt quando quello della batteria o dei generatori è di 12,000. Questo potenziale più elevato, è conseguenza dell'afflusso di corrente alle lastre del condensatore, che ha luogo attraverso i rocchetti di induttanza, ad ogni scarica. I rocchetti d'induttanza sono posti tra la batteria o il generatore ed il condensatore.

Non si è incontrata nessuna difficoltà pratica, sia a Clifden che a Glace Bay, per l'isolamento e la manutenzione di questa batteria d'accumulatori ad alta tensione. Un isolamento assai soddisfacente è stato raggiunto col dividere la batteria in piccoli gruppi di elementi, ciascun gruppo retto da separati sostegni che alla lor volta sono sostenuti da isolatori pendenti dal soffitto. Un sistema d'interruttori che possono essere tutti azionati elettricamente e simultaneamente, divide la batteria in altrettante sezioni, ciascuna delle quali ha il potenziale sufficientemente basso da poter essere manovrata senza il minimo incidente.

***

La disposizione del circuito aereo, adottata a Clifden e a Glace Bay, è mostrata nella fig. 7. Questo sistema che si fonda sul risultato di esperimenti descritti da me per la prima volta innanzi alla Società Reale nel giugno 1906, non solo rende possibile a radiare e ricevere onde di qualsivoglia lunghezza, ma tende anche a lanciare la più gran parte della radiazione in qualunque direzione si desideri. E benchè l'orientamento della trasmissione in una direzione data non sia definita da limiti netti, pur tuttavia i risultati ottenuti in pratica sono estremamente utili.

Per mezzo di fili orizzontali, è possibile stabilire anche la direzione di una stazione trasmittente, ed altresì di limitare la sensibilità degli apparecchi ricevitori per onde che arrivano da una data direzione.

La pratica commerciale della radiotelegrafia e la vasta applicazione che il sistema ha raggiunto in quasi tutte le parti del mondo, sia sulle coste, sia a bordo delle navi, ha facilitato moltissimo la rassegna dei fatti e quindi l'osservazione e lo studio degli effetti. Molti di questi, come ho detto più sopra, attendono ancora una spiegazione soddisfacente.

Un curioso risultato che io notai per la prima volta, più di nove anni or sono, facendo degli esperimenti di trasmissione a lunga distanza sul vapore *Filadelfia* e che ha messo in mostra un fatto ben importante in radiotelegrafia, è l'effetto detrimentale prodotto dalla luce sulla propagazione di onde elettriche a lunghe distanze.

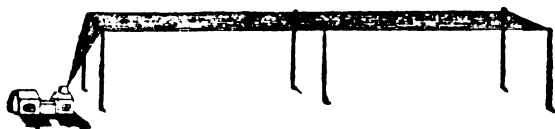



Fig. 7.

L'ipotesi generalmente accettata sulla causa di questo assorbimento di onde elettriche sotto l'influenza della luce solare, è fondata sull'opinione che esso sia dovuto alla ionizzazione delle molecole gassose dell'aria per opera della luce ultravioletta. Siccome i raggi ultravioletti che emanano dal sole, sono largamente assorbiti nella parte superiore della nostra atmosfera, è probabile che quella parte dell'atmosfera che prospetta il sole, contenga più ioni od elettroni della parte che si trova immersa nell'oscurità. Allora, come ha mostrato Sir. J. J. Thompson, è quest'aria illuminata o ionizzata che assorbirà una parte dell'energia delle onde elettriche.

V'ha di più: l'effetto della luce solare si manifesta diversamente a seconda della lunghezza dell'onda adoperata; le onde lunghe risentono questo effetto in grado molto minore delle onde corte.

Quantunque certi fisici pensassero anni or sono che l'effetto della luce solare più marcato sopra onde lunghe che sopra onde corte, la mia esperienza però mi ha mostrato il contrario. Infatti

in esperimenti transatlantici dove si usavano onde lunghe circa 8000 metri, l'energia ricevuta durante il giorno alla stazione lontana, era di solito più grande di quella ricevuta durante la notte.

Osservazioni recenti rivelano l'altro fatto notevole che tale effetto varia altresì grandemente colla direzione in cui ha luogo la trasmissione: i risultati che si ottengono quando questa si effettua in direzione nord-sud, sono spesso del tutto diversi da quelli osservati in direzione est-ovest.

L'uso recentemente introdotto di sensibilissimi galvanometri che permettono di misurare accuratamente l'intensità delle radiazioni che si ricevono, ha facilitato assai lo studio delle variazioni di quest'intensità.

Per stazioni di moderata potenza, come, ad esempio, quelle installate a bordo delle navi, e che, secondo ha stabilito la Convenzione Radiotelegrafica Internazionale, usano lunghezze d'onda varianti dai 300 ai 600 metri, la distanza a cui esse possono comunicare durante il giorno) è all'incirca la stessa qualunque sia la direzione in cui le navi si trovano le une rispetto alle altre, o rispetto alle stazioni costiere. Ma durante la notte, si possono osservare dei risultati in apparenza assai singolari. Ad esempio, navi situate verso le coste meridionali della Spagna od intorno a quelle d'Italia, ad una distanza di oltre 1000 miglia dalle stazioni radiotelegrafiche sulle coste d'Inghilterra e d'Irlanda, possono quasi sempre comunicare con queste ultime durante le ore d'oscurità; mentre le stesse navi, poste ad una distanza uguale sull'Atlantico, ad ovest dell'Inghilterra, molto difficilmente riescono a comunicare con quelle stazioni a meno che non usino apparecchi eccezionalmente potenti.

Nè bisogna dimenticare che le onde elettriche, per raggiungere navi sul Mediterraneo, debbono passare su una gran parte d'Europa, ed in molti casi, sopra le Alpi. Ora queste lunghe estensioni di terra, sopratutto se comprendono montagne molto alte, presentano, come è ben conosciuto, una barriera insormontabile alla propagazione delle onde corte durante il giorno. Ebbene, quantunque nessuno di questi ostacoli esista tra le stazioni delle coste Inglesi od Irlandesi, e navi nell'Atlantico del Nord in rotta per l'America settentrionale, pure una trasmissione a mille miglia, durante la notte, è qui un fatto addirittura eccezionale. Gli stessi effetti si producono generalmente nella comunicazione di queste navi colle stazioni situate sulla costa americana dell'Atlantico.

Benchè potenti stazioni sieno oggi in servizio per le comunicazioni transatlantiche, e dispacci possano essere trasmessi sia di giorno che di notte, pure esistono certi regolari periodi diurni durante i quali l'intensità dei segnali ricevuti scende ad un minimo. Ad esempio, la mattina e la sera, quando a causa della differenza di longitudine, luce od oscurità coprono solo una parte del percorso attraverso l'Atlantico, i segnali ricevuti hanno il minimo d'intensità. Sembrerebbe quasi come se le onde elettriche passando da uno spazio oscuro ad uno illuminato e viceversa, subissero delle riflessioni e rifrazioni che le deviino dal loro cammino normale.

Risultati più recenti sembrerebbero infatti indicare, che una

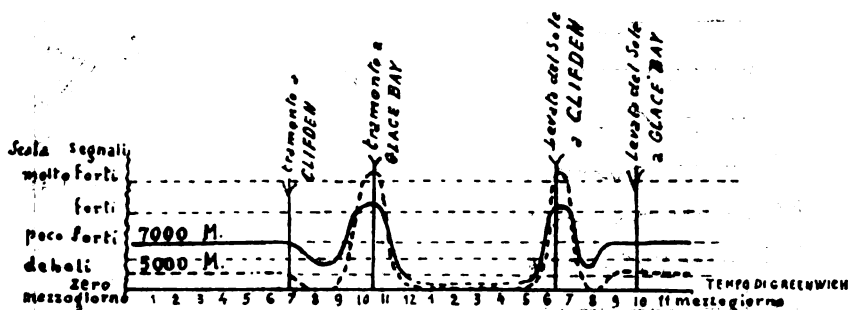



Fig. 8.

tale difficoltà forse non s'incontrerebbe in una trasmissione a distanze uguali ma che avesse luogo in direzione nord-sud ossia all'incirca sullo stesso meridiano; poichè in questo caso il passaggio dalla luce all'oscurità o viceversa, avrebbe luogo molto più rapidamente su tutta la distanza compresa fra le due stazioni.

Ho qui alcuni diagrammi preparati con molta cura dal signor H. J. Round. Essi mostrano la variazione media diurna nell'intensità dei segnali ricevuti a Clifden da Glace Bay.

Le curve tracciate nel diagramma (fig. 8) indicano la variazione ordinaria nell'intensità di questi segnali transatlantici trasmessi con due lunghezze d'onde diverse: l'una di 7000 metri, l'altra di 5000. L'intensità rimane ordinariamente la stessa durante il giorno. Ma subito dopo il tramonto a Clifden, i segnali diventano di mano in mano più deboli, e, circa due ore dopo, scendono ad un minimo. Quindi cominciano di nuovo a rinforzarsi,

finchè verso il tempo del tramonto a Glace Bay, raggiungono un alto grado di intensità. Poi tornano gradatamente alla loro intensità normale, che però, nel corso della notte, è assai variabile.

Poco prima del sorger. del sole a Clifden, i segnali cominciano a rinforzarsi gradatamente e raggiungono un altro massimo poco dopo la levata del sole. Quindi la loro intensità decresce a poco a poco. fino a raggiungere un minimo assai pronunziato, coincidente col tempo che precede immediatamente la levata del

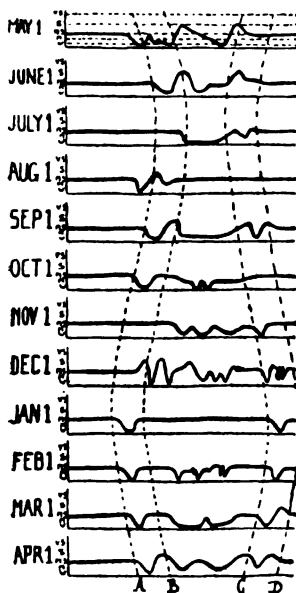



Fig. 9.

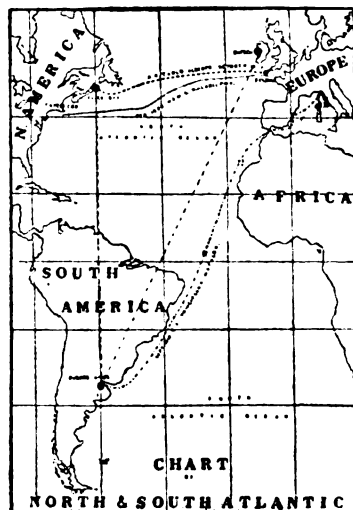



Fig. 10.

sole a Glace Bay. Dopo di che essa torna gradualmente al suo valore normale.

Si può notare che quantunque l'onda più corta sia quella che in media dà luogo a segnali più deboli, pure le sue variazioni di massimo e minimo d'intensità superano assai sensibilmente quelle dell'onda più lunga.

Il diagramma fig. 9 mostra la curva ottenuta nel primo giorno di ogni mese e, durante un anno, dal maggio 1910 all'aprile del 1911.

Durante il settembre e l'ottobre dell'anno passato, ebbi campo di fare una serie di esperimenti sulla trasmissione a distanze

superiori a quelle tentate sin qui. Le due stazioni trasmittenti erano quelle di Clifden e di Glace Bay; la stazione ricevente era posta a bordo del piroscafo italiano *Principessa Mafalda* durante un viaggio dall'Italia all'Argentina (vedi fig. 10).

Nel corso di questi esperimenti l'antenna ricevente era innalzata, per mezzo di un cervo volante, ad una altezza variante dai 1000 ai 3000 piedi; lo stesso procedimento da me adoperato nelle mie prove anteriori del 1901.

Fino alla distanza di 4000 miglia statutarie da Clifden, segnali e dispacci furono ricevuti senza alcuna difficoltà, sia di giorno che di notte. Ma superata questa distanza, la ricezione dei segnali poteva aver luogo solo durante la notte.

A Buenos Aires, ad una distanza di oltre 6000 miglia da Clifden, i segnali notturni provenienti sia da Clifden che da Glace Bay, erano in generale buoni, ma subivano delle variazioni d'intensità.

È piuttosto singolare, che le radiazioni da Clifden dovessero essere percepite a Buenos Aires così chiaramente durante la notte e niente affatto durante il giorno, mentre nel Canadà i segnali provenienti da Clifden, ad una distanza di 2400 miglia, non hanno durante la notte nessuna intensità maggiore che durante il giorno.

Ulteriori prove sono state fatte recentemente per il Governo Italiano, fra una stazione posta a Massaua nell'est dell'Africa e Coltano in Italia. L'interesse particolare presentato dai detti esperimenti, sta nel fatto che la linea che unisce le due stazioni passa sopra contrade eccessivamente asciutte ed attraverso vasti tratti di deserto, come sarebbero alcune parti dell'Abissinia, il Sudan ed il deserto Libico.

La distanza tra le due stazioni è all'incirca di 2600 miglia. La lunghezza d'onda adoperata dalla stazione trasmittente in Africa, era troppo piccola per effettuare la trasmissione durante il giorno; ma i risultati che furono ottenuti nelle ore notturne erano buoni, i segnali venendo ricevuti con un'intensità assolutamente costante.

***

Opportune modificazioni prodotte nelle stazioni di Clifden e Glace Bay, hanno avuto per risultato di ridurre grandemente l'interferenza a cui la trasmissione radiotelegrafica a lunga distanza era particolarmente soggetta nei suoi primordi.

I segnali che giungono a Clifden dal Canadà, sono d'ordinario percepiti facilmente, anche attraverso perturbazioni elettriche dell'atmosfera.

Cosicchè si ha nei segnali ricevuti, un'intensità sufficiente a rendere possibile l'uso di apparecchi registratori, i quali non solo offrono il vantaggio di fissare i radiotelegrammi, ma danno agio altresì di effettuare la ricezione con una velocità molto superiore a quella che potrebbe raggiungere un abile telegrafista interpretando sia col suono che colla vista.

Questa registrazione di segnali, è ottenuta per mezzo della fotografia nel modo seguente. Un sensibile galvanometro Einthoven viene connesso al detector magnetico, e le deviazioni del suo filamento, causate dall'arrivo dei segnali, sono proiettate e fissate fotograficamente sopra una striscia di carta sensibilizzata che si muove con velocità conveniente. In alcune di queste registrazioni, si notano, in mezzo ai segnali regolari, certi segni caratteristici dovuti o a delle onde elettriche naturali o ad altre perturbazioni elettriche dell'atmosfera; questi segni sono chiamati X per la loro incerta origine.

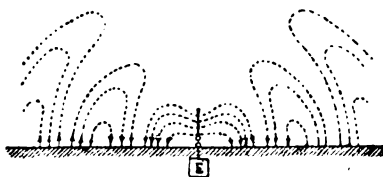
***

Quantunque la teoria matematica della propagazione di un'onda elettrica nello spazio sia stata sviluppata da Maxwell oltre 50 anni or sono, e nonostante tutta l'evidenza sperimentale che sulla natura di queste onde è stata raccolta nei laboratorii, pure, fino ad oggi, noi non siamo riusciti a comprendere se non imperfettamente, i veri principii fondamentali che regolano la propagazione di esse onde, e sui quali è basata la radiotelegrafia. Quando questa era nei suoi primordi, si riteneva generalmente che la curvatura della terra dovesse presentare un ostacolo insormontabile alla trasmissione di onde elettriche fra due località assai lontane. Nè, per molto tempo, si tenne conto abbastanza del probabile effetto dalla connessione colla terra, specialmente nel caso di trasmissione a grandi distanze.

Ed i fisici parvero mantenere l'opinione che la radiotelegrafia, dipendesse esclusivamente dagli effetti che si hanno in una radiazione hertziana libera attraverso lo spazio; dovettero trascorrere anni, prima che fosse preso in considerazione e discusso l'effetto probabile che poteva aggiungere la conduttività della terra.

Lord Rayleigh, accennando alla radiotelegrafia transatlantica in una sua memoria letta innanzi alla Società Reale nel maggio 1903, esprimeva l'opinione che i risultati da me ottenuti nella trasmissione di segnali attraverso l'Atlantico, suggerivano *un incurvamento o diffrazione delle onde lungo la superficie terrestre, più notevole di quel che fosse previsto*, ed aggiunse che il fatto contribuiva a dare un interesse maggiore al problema scientifico. Il prof. Fleming, nel suo libro sulla telegrafia a base di onde elettriche, produce delle rappresentazioni diagrammatiche delle linee di forza elettrica irradiate da un semplice filo verticale (fig. 11). Come si vede esse non si propagano allo stesso modo di una radiazione libera lanciata dal classico oscillatore hertziano, ma strisciano invece lungo la superficie della terra.

Fig. 11.

Il prof. Zenneck, ha esaminato accuratamente gli effetti ottenuti con antenne trasmettitrici e ricevitrici connesse colla terra, ed ha cercato di mostrare col calcolo che, quando le linee di forza elettrica costituenti il fronte dell'onda passano lungo superficie di bassa capacità induttiva — come appunto la terra — esse si piegano in avanti, la parte inferiore essendo ritardata dalla resistenza del conduttore a cui sono attaccate. Sembrerebbe perciò che la telegrafia senza fili, come oggi è praticata, sia in parte dipendente dalla conduttività della terra; i risultati così differenti che si ottengono nelle trasmissioni sul mare ed in quelle sulla terra, potrebbero venire sufficientemente spiegati dal fatto, che l'acqua del mare è molto miglior conduttore che non sia la terra.

L'importanza o l'utilità della connessione colla terra, è stata a volte messa in dubbio, ma, per quel che io penso, non può esistere nessun sistema pratico di telegrafia senza fili, dove gli apparecchi non sieno in un modo o in un altro collegati alla terra.

Per connessione colla terra, io non intendo già che essa debba assolutamente consistere in una connessione metallica ordinaria, quale è adoperata nella telegrafia comune. Il filo di contatto può avere un condensatore in serie, e può essere collegato — cosa in realtà equivalente — ad un'area di capacità posta vicino alla superficie del suolo. È ora ben noto che un condensatore, purchè

di sufficiente grandezza, non ostacola punto il passaggio, attraverso di esso, di oscillazioni ad alta frequenza; perciò, in questo caso, usando una capacità d'equilibrio, l'antenna praticamente risulta connessa colla terra.

Sono pure d'opinione, che non v'è assolutamente ombra di vero in ciò che è stato ripetuto recentemente, che cioè la connessione colla terra sia d'ostacolo ad una buona sintonia; necessita che la connessione sia buona. È verissimo infatti che ciò che gli elettricisti chiamano una *cattiva terra,* in causa della resistenza opposta, smorza effettivamente le oscillazioni rendendo così difficile il conseguimento di una buona sintonia; ma nulla di simile avviene se la connessione è efficace.

***

Per conchiudere, io non credo di essere troppo spinto nell'affermare che la telegrafia senza fili, tende a rivoluzionare i nostri mezzi di comunicazione da un luogo all'altro della superficie della terra.

Dispacci commerciali con un totale di 812.000 parole, sono stati trasmessi e ricevuti tra Clifden e Glace Bay, dal 1.° maggio 1910 alla fine di aprile 1911.

La telegrafia senza fili ha dato già il mezzo di comunicazione tra le navi e la costa, cosa impossibile per l'innanzi.

Il fatto che un sistema di Radiotelegrafia Imperiale, deve essere discusso dalla Conferenza Imperiale, che tiene ora a Londra le sue riunioni, mostra la suprema importanza della posizione che la radiotelegrafia ha raggiunto nel breve spazio di dieci anni.

La sua importanza poi, dal punto di vista navale e militare, si è accresciuta notevolmente in questi ultimissimi anni, in conseguenza delle innumerevoli stazioni che sono state erette o sono in corso di costruzione in ogni parte del mondo, sia sulla costa, sia in regioni interne, sia a bordo di navi.

***

Nonostante questa molteplicità di stazioni ed il loro quasi continuo esercizio, posso affermare per esperienza, che l'interferenza

reciproca fra apparecchi bene montati ed accordati efficacemente, non ha, sin qui, pressochè esistito.

Qualche interferenza ha luogo senza dubbio fra navi, ma questo è dovuto al fatto che le due lunghezze d'onda adottate in base alle regole fissate dalla Convenzione Internazionale, non sono sufficienti ad uno scambio ben regolato dell'enorme quantità di messaggi, trasmessi dal sempre crescente numero delle navi munite di apparecchi radiotelegrafici. Si avrebbe un notevole vantaggio, se si utilizzasse una terza lunghezza d'onda più lunga, destinata a servire esclusivamente per le comunicazioni a grandi distanze.

Circa le extra-potenti stazioni transatlantiche, la facilità con cui l'interferenza è stata prevenuta, ha, fino ad un certo punto, superato le mie previsioni.

Durante alcuni recenti esperimenti organizzati per l'Ammiragliato, dispacci provenienti da Glace Bay, potevano essere ricevuti ad una stazione posta alla distanza di sole otto miglia da Clifden, senza che venisse prodotto il minimo disturbo da questa stazione che, allo stesso tempo, trasmetteva col suo massimo di potenza ma con una lunghezza d'onda che differiva solo del 25 % dall'onda irradiata da Glace Bay. Il rapporto fra la massima portata della stazione di Clifden e quella della stazione ad otto miglia da Clifden, è nella porzione di 750 ad I.

Si stanno ora prendendo opportune disposizioni per poter di continuo e contemporaneamente trasmettere e ricevere alle due stazioni di Clifden e di Glace Bay; questo costituirà il primo *duplex* delle comunicazioni radiotelegrafiche tra l'Irlanda ed il Canadà.

Il risultato che ho riferito qui sopra, tende pure a mostrare che, servendosi di lunghezze d'onda leggermente diverse, si potrebbe contemporaneamente porre in azione un grande numero di stazioni extra-potenti situate in Inghilterra ed in Irlanda, senza alcun pericolo di mutua interferenza.

Infatti l'estendersi dell'uso della radiotelegrafia, dipende in massima parte dalla facilità con cui molte stazioni possono venir poste in esercizio efficacemente, pur essendo le une vicine alle altre.

*
* *

Considerando che le lunghezze d'onda adoperate al presente, variano dai 200 ai 23,000 piedi, e che di più esistono ora mezzi di sintonizzare a gruppi d'onde e sistemi direttivi che hanno dato ottimo risultato, non è difficile il prevedere che questo mezzo di comunicazione, relativamente nuovo, è destinato a raggiungere una posizione della più alta importanza nel facilitare le comunicazioni in tutto il mondo.

Il valore pratico della telegrafia senza fili, lasciando per un momento a parte la trasmissione a grandi distanze, può dividersi in due parti: 1.° trasmissione sul mare; 2.° trasmissione sulla terra.

Molte nazioni, fra le quali l'Italia, la Spagna ed il Canadà, hanno di già completati i loro ordinari sistemi telegrafici con installazioni radiotelegrafiche; ma, certo deve passare del tempo, prima che questo mezzo di comunicazione venga ad essere largamente adoperato in tutta l'Europa per comunicazioni interne, stante il fatto che la vasta rete di fili già esistente ed adeguata allo scopo, rende inutili ulteriori mezzi di comunicazione. È quindi probabile che, per il presente almeno, l'uso della radiotelegrafia verrà in massima parte ristretto a contrade non europee, dove condizioni climatiche od altre ragioni, impediscono in modo assoluto la manutenzione di una linea telegrafica. Una prova di questo è data dal successo che hanno ottenuto le stazioni erette recentemente nel Brasile, lungo il corso superiore dell'Amazzone.

Ma dai più si considera forse come assai più meravigliosa la parte che la radiotelegrafia è stata chiamata a compiere sul mare. Prima che essa fosse introdotta, le navi, appena perduta di vista la terra, non avevano più alcun mezzo di comunicare con essa, per tutta la durata del loro viaggio. Invece, coloro che oggi intraprendono lunghi viaggi di mare, non sono più segregati dal resto del mondo; uomini d'affari, possono continuare a comunicare coi loro uffici in Europa od in America; comunicazioni d'indole sociale, possono essere scambiate tra i passeggeri ed i loro amici a terra; un giornale si pubblica a bordo dei principali piroscafi, con tutte le più importanti notizie del giorno. La telegrafia senza fili ha portato anche, in più d'una occasione,

aiuto inestimabile al corso della giustizia, come, ad esempio, nel caso recente dell'arresto avvenuto di un noto criminale, mentre era sul punto di sbarcare nel Canadà.

***

Ma il principale benefizio della radiotelegrafia, sta nella facilità che essa offre alle navi in pericolo di chiedere soccorso ad altre navi vicine o alle stazioni costiere. E che la radiotelegrafia sia a questo riguardo divenuta indispensabile, lo dimostra il fatto che molti governi hanno stabilito per legge che tutte le navi, adibite al trasporto dei passeggeri, che entrano nei loro porti, debbono essere munite di apparecchi radiotelegrafici.

La corrosione elettrica nel cemento armato.

Il risultato di un grande numero di esperimenti, sempre più confermato dall'esperienza stessa delle costruzioni, ha ormai dimostrato che il ferro contenuto nel cemento armato è sufficientemente protetto dalla ruggine, così da poter considerare la durata come indefinita.

Ogni deperimento quindi riscontrato nel cemento armato è ormai per consuetudine addebitato alla cattiva qualità del cemento, alla mano d'opera trascurata, o agli errori di calcolo del progettista, visto che le reazioni chimiche che accompagnano l'indurimento della struttura cementizia sono troppo incerte e complesse per permettere di dimostrare volta per volta l'inesistenza di queste cause; ciò ha condotto a considerare la corrosione talora riscontrata nel ferro come conseguenza ulteriore delle fenditure e del deterioramento riscontrate nel cemento, anzichè come possibile loro causa.

Soltanto negli ultimi anni si rese evidente la necessità oltre che dello studio degli effetti delle vibrazioni, di raccogliere un maggiore materiale sperimentale sui fenomeni di disgregamento del cemento armato; in particolare nel settembre 1907 furono iniziate nel laboratorio di elettrotecnica dell'Università di Wa-

shington delle ricerche sperimentali, ancora parzialmente in corso, intese a stabilire se il disgregamento del cemento armato può essere prodotto dalle correnti elettriche, a studiare l'eventuale processo, ed a trovare nel caso i mezzi atti a proteggere la struttura cementizia.

Furono perciò preparati dei blocchi cilindrici di calcestruzzo di cemento nella proporzione d'una parte di cemento della miglior qualità del commercio su tre di sabbia, di nove pollici di altezza per sei di diametro racchiudenti in corrispondenza all'asse un ferro quadrato di $^3/_4$ di pollice sporgente dal cemento soltanto nella parte superiore.

Per lo più, questi blocchi furono disposti in vasche metalliche col ferro collegato al polo positivo d'una batteria di accumulatori l'involucro della vasca essendo collegato al negativo; in tali condizioni, confermandosi del resto i risultati ottenuti dai precedenti esperimentatori fu constatato l'evidente deterioramento della struttura cementizia.

In seguito a questo risultato fu anzitutto ventilata la possibilità che il danno provenisse per effetto Joule, e certo nel caso di passaggio di corrente così intensa da elevare sensibilmente la temperatura, il disgregamento si manifesta con eccezionale rapidità, ma si tratta evidentemente d'una eventualità assai rara.

Nè la causa potè essere riscontrata nella pressione idrostatica che si manifesta all'anodo al passaggio della corrente e per l'aumento della densità dell'elettrolito nelle vicinanze dell'anodo stesso, perchè questa pressione non può essere che molto debole; e ad ogni modo la natura porosa della struttura cementizia permette, anche prima che si formino le fenditure, un equilibrio quasi immediato fra le diverse pressioni.

Neppure la pressione generata dallo sviluppo dei gas agli elettrodi potè parere sufficiente, sia al solito per la natura porosa del cemento, sia anche perchè applicati i poli della batteria ai ferri di due blocchi immersi in una tinozza di legno, nessun deperimento potè essere osservato al blocco di cui il ferro funzionava da catodo, pure qui sviluppandosi un volume di gas (idrogeno) evidentemente doppio che all'anodo (ossigeno).

Si poteva allora fare l'ipotesi che la corrente stessa disgregasse in virtù di processi chimici inattesi la struttura cementizia; fu perciò anzitutto determinata la resistività di speciali cubetti di cemento e di calcestruzzo di cemento in diverse condizioni di umidità e in presenza di soluzioni diverse, e fu confrontata quindi

la resistenza meccanica dei medesimi blocchetti sottoposti o meno alla persistente azione delle correnti elettriche.

I risultati furono: che il calcestruzzo e il cemento, se perfettamente asciutti, possono considerarsi come cattivi conduttori dell'elettricità; che la cosa però cambia totalmente nelle condizioni ordinarie di umidità e che allora la conducibilità dipende dalla porosità del materiale e della natura dalla soluzione che occupa i pori; che il comportamento del mezzo è assai probabilmente quello d'un elettrolita; che una corrente elettrica di piccola densità non indebolisce le proprietà meccaniche del cemento e del calcestruzzo.

Non rimase così altra plausibile spiegazione del lamentato disgregamento del cemento che la seguente: al passaggio della corrente si sviluppa, ogni qual volta il ferro funziona da anodo, ossigeno o in determinate condizioni cloro, e si formano quindi ossidi di ferro od altri sali; la loro formazione è accompagnata da un aumento di volume che per il caso per esempio dell'ossido ferrico avviene nel rapporto da 1 a 2,2: nessun tentativo fu fatto per stabilire l'ordine delle pressioni che possono essere messe in giuoco da questo fenomeno, ma è risaputo quali enormi pressioni meccaniche siano necessarie per impedire le forze prodotte dall'accennato aumento di volume come più che sufficienti a vincere la resistenza meccanica della struttura cementizia.

Da ciò deriva che la corrosione del ferro causata dal passaggio della corrente procede e non segue il disgregamento del cemento, e che l'aumento di volume dei sali che vi si formano intorno sono la causa immediata dello sgretolamento del calcestruzzo di cemento.

Furono allora esaminati i possibili mezzi di protezione.

Il primo sarebbe evidentemente quello di fare in modo che il ferro funzionasse sempre da catodo, ma si tratta di cosa facile a raggiungere in un laboratorio, ma non di altrettanto facile applicazione nella pratica.

Così pure non si avrebbero inconvenienti, e apposite esperienze lo hanno dimostrato, coll'impiego delle correnti alternate.

Efficace potrebbe essere il metodo di riempire i poli della struttura cementizia con una sostanza non conduttrice dell'elettricità, ma se è facile in un laboratorio di essiccare completamente un blocco di cemento e ricoprirlo di una vernice isolante, ciò invece è in pratica di impossibile applicazione; fu nello stesso ordine di idee sperimentato uno dei processi, consigliati per ren-

dere impermeabile il cemento, applicati nella costruzione dei serbatoi; il processo prescelto fu quello di Sylvester adoperando una parte di sapone su cento di acqua e una parte di allume in polvere su cento di cemento: il metodo al fine di ostacolare il passaggio della corrente e di impedire il conseguente deterioramento del materiale risultò del tutto efficace.

Si pensò allora di rivestire il ferro con un altro metallo che non desse luogo agli inconvenienti del primo; la zincatura fu subito riconosciuta inefficace.

Per le successive esperienze fu allora addirittura sostituito al ferro l'alluminio, e come era da aspettarsi per le caratteristiche proprietà di questo metallo i risultati furono soddisfacenti, poichè indipendentemente dalle soluzioni adoperate, in capo a poco tempo la corrente si riduceva a intensità minime, la struttura cementizia rimanendo per tutta la durata dell'esperienza intatta.

Disgraziatamente assai più difficile apparve il compito di rendere di possibile applicazione pratica questa constatazione trovando il modo di rivestire durabilmente di alluminio l'armatura di ferro del cemento: si tentò cioè di rivestire le barre di ferro con due o tre mani di porporina di alluminio mescolato ad olio di banana e acetato di amile; colle barre così trattate il fenomeno caratteristico dell'anodo di alluminio si ripeteva ancora, ma la vernice non risultò efficace per una protezione veramente duratura, si arrivò cioè soltanto ad aumentare il periodo di tempo necessario a rendere manifesto il deterioramento; può essere che in certe soluzioni saline il cloro attacchi l'alluminio permettendo così la successiva corrosione del ferro; può essere anche che l'ossigeno passi dallo stato isolante di ossido di alluminio al ferro iniziando così la corrosione.

In luogo dell'olio di banana furono tentati altri preparati con risultati fondamentalmente non dissimili, e risultati analoghi si ottennero pure coi preparati stessi senza alluminio, ciò che dimostra che la protezione era allora piuttosto dovuta alle proprietà isolanti del preparato, e che i risultati definitivi sarebbero stati strettamente connessi alla sua inalterabilità.

A ogni modo è lecito affermare che il problema sarebbe risolto, qualora si trovasse un modo pratico di rivestire in maniera continua e sicura il ferro con uno strato di alluminio.

Da ultimo fu anche tentato di ricorrere a composizioni isolanti, a vere vernici, con cui rivestire il ferro prima di annegarlo nel cemento; di tali vernici furono provate parecchie avendosi sempre

cura di essiccarle completamente prima di procedere alla preparazione del blocco di prova: i risultati non hanno potuto essere veramente definitivi, perchè pure col medesimo processo di rivestimento i danni si sono manifestati dopo periodi di tempo diversi, e perchè anche quando eccezionalmente non si manifestava alcun danno mancava la sicurezza che una maggior durata dell'esperienza non avrebbe compromesso l'esito fino allora favorevole della prova.

Sembra ad ogni modo condizione necessaria per l'efficacia di tali vernici, che esse non assorbano minimamente l'umidità neanche dopo un lunghissimo tempo di esposizione.

Anche dato però che a questo modo si possa realmente raggiungere lo scopo di proteggere il ferro, non bisogna dimenticare che la presenza d'uno strato isolante fra il ferro e il cemento diminuisce notevolmente l'intima unione meccanica fra i due elementi con sensibile danno della stabilità della struttura.

CONCORSO.

È aperto il concorso al posto di **Direttore dell'Azienda Autonoma del Gas** di Pisa, con lo stipendio annuo di L. 6000 (seimila) gravato delle ritenute della ricchezza mobile e della quota per l'iscrizione alla Cassa Nazionale di Previdenza pei segretari ed altri impiegati comunali, con una indennità d'alloggio fissata in L. 1000, con l'uso del gas e del coke per la propria famiglia e con la partecipazione agli utili nella misura che è fissata dal Regolamento Speciale.

Il concorso è fatto per titoli.

I concorrenti dovranno far pervenire la loro domanda in carta bollata da L. 0,60, alla Segreteria Municipale di Pisa entro il 10 novembre 1911, corredata dei seguenti documenti, compilati e legalizzati secondo le norme e prescrizioni di legge:

a) certificato di nascita comprovante l'età non maggiore di anni 40 alla data di pubblicazione del presente avviso;

b) certificato di cittadinanza italiana;

c) certificato di buona condotta, rilasciato dal Sindaco del Comune ove il concorrente ha avuto il suo domicilio negli ultimi due anni;

d) certificato penale;

e) certificato medico di sana e robusta costituzione fisica;

f) diploma di ingegnere industriale o civile rilasciato da una Scuola italiana d'applicazione per gl'Ingegneri ed Architetti o dall'Istituto Tecnico superiore di Milano;

g) certificato delle singole votazioni in tutti gli esami sostenuti nella Scuola d'applicazione;

h) certificato comprovante di avere coperto lodevolmente, per non meno di un anno, l'ufficio, con nomina effettiva, di Direttore o di Vice-Direttore o di Capo-Fabbrica in un'Officina di gas d'importanza non minore a quella di Pisa.

I concorrenti dovranno provare la loro capacità in materia commerciale.

I certificati di cui alle lettere *c*) *d*) *e*) dovranno essere di data non anteriore alla data del presente avviso.

I concorrenti potranno inoltre presentare quei titoli e pubblicazioni che valgano a dimostrare la loro cultura ed idoneità al posto. Il diploma di Ingegnere industriale costituirà un titolo di preferenza.

L'esame dei titoli dei concorrenti sarà affidato ad una Commissione nominata dal Consiglio Comunale.

La nomina verrà fatta, a forma di legge, dal Consiglio Comunale, cui è riservata la facoltà di non nominare alcuno dei concorrenti, quando ciò possa esser consigliato dall'interesse dell'Amministrazione.

L'eletto dovrà prestare la cauzione di L. 5000 (cinquemila) e prendere servizio entro trenta giorni dalla data di partecipazione di nomina senza di che si intenderà decaduto dalla nomina stessa; e dovrà altresì assoggettarsi a tutti gli obblighi, che gli deriveranno dal Regolamento speciale dell'Officina Autonoma del Gas.

La nomina sarà fatta per tre anni e dovrà essere riconfermata di triennio in triennio.

Una copia del Regolamento speciale dell'Azienda sarà spedita a chiunque si dichiari disposto a prender parte al concorso.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, *Gerente*.

GRANDIOSO IMPIANTO DI TURBINE IDRAULICHE PER UNA FABBRICA DI PASTA DI LEGNO E RELATIVA CARTIERA.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 21 (*pag.* I-XX *di pubbl.*) 15 Novembre 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo.
Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

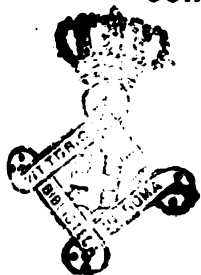
REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

SOMMARIO.

Sui potenziali e diagrammi termodinamici con applicazioni alle motrici termiche

Ing. Giovanni Cicali

L'influenza esercitata nella fisico-chimica moderna dalle idee del Gibbs si accresce notevolmente a misura che la sua opera occulta, perchè poco accessibile, viene ad essere meglio penetrata. Nel 1891 M. W. Ostwald pubblicava sotto il titolo *Termodynamische Studien* una traduzione tedesca di tre memorie del Gibbs comparse nella *Transactions ot the Connecticut Accademy;* nel 1899 M. H. Le Châtelier dava la traduzione delle parti più essenziali della terza di queste memorie, quella riguardante *L'equilibrio dei sistemi eterogenei*, e più recentemente M. G. Roy dell'Università di Dijon esponeva con una prefazione di Brunhes una traduzione francese delle prime due memorie del Gibbs intitolandole: *Diagrammi e superfici termodinamiche.*

Tanto il Gibbs quanto quelli che si sono studiati di divulgare l'opera feconda del fisico americano non hanno avuto di mira che applicazioni relative alla fisico-chimica, nessuno (almeno a nostra conoscenza) ha fatto vedere come in realtà (piuttosto che addentrarsi nel labirinto delle equazioni differenziali necessarie per lo studio delle superfici termodinamiche) sia semplice, partendo dall'equazione che rappresenta il primo principio fondamentale di termodinamica, di rappresentare tutte le proprietà fisico-chimiche dei corpi, o meglio, nessuno ha intuito la sorgente dalla quale scaturiscono tutti i diagrammi che alle motrici termiche sono di sussidio nella rappresentazione delle evoluzioni termiche, tanto

necessarie per i calcoli delle macchine. Onde lo scopo di questa memoria, piuttosto che di volgarizzare l'opera del Gibbs sarà quello di trarre da essa considerazioni nuove ed utili allo studio delle motrici termiche, corredandola di quanto è necessario affinchè l'esposizione (sopra una materia a ben pochi familiare) possa riuscire accessibile ai cultori della termodinamica applicata alle macchine. Prima però di entrare nell'argomento che più da vicino interessa lo scopo che ci siamo prefissi si ritiene opportuno esporre alcune nozioni preliminari relative ai potenziali termodinamici con alcune deduzioni personali che ci auguriamo non del tutto prive d'interesse.

Considerazioni dedotte dallo studio delle funzioni termodinamiche.

Anteriormente al Gibbs e Duhem e se non erriamo ancor prima dell'Helmotz, l'ingegnere francese Massieu esponeva sotto forma completamente teorica uno studio sopra due funzioni H' ed H' che possono servire a rappresentare perfettamente lo stato di un corpo. Queste funzioni che diremo sempre potenziali termodinamici furono date dal Massieu sotto le espressioni:

$$[1] \qquad H' = T e - \frac{u}{T} \qquad\qquad H'' = T e - \frac{u}{T} - \frac{p\,v}{T} \qquad [2]$$

Per mezzo dell'una o dell'altra di queste è facile vedere che si possono esprimere tutte le grandezze termiche e meccaniche riguardanti un corpo, sotto qualunque forma si trovi, purchè il suo stato sia funzione di due variabili indipendenti soltanto. Considerando ad esempio un gas, l'equazione di elasticità esprime una relazione algebrica fra temperatura, volume specifico e pressione specifica, onde lo stato del corpo è funzione di due variabili indipendenti soltanto, la terza risultando perfettamente determinata, e così dicasi dei vapori saturi surriscaldati, ecc.

Per veder questo consideriamo una trasformazione infinitamente piccola e reversibile dell'unità di massa di un corpo avente la temperatura T e la pressione uniforme p, le sole forze capaci di produrre lavoro esterno siano le pressioni e la sola energia messa in giuoco l'energia calorifica.

Occupiamoci soltanto della funzione H'.

Dalla relazione [1] differenziata risulta subito

$$d\,H' = e\,d\,T + T\,d\,e - \frac{d\,u}{I}$$

ma l'equazione fondamentale di termodinamica esprime che

$$d\,u = I\,d\,Q - p\,d\,v$$

onde sostituendo, dopo aver posto $d\,Q = T\,d\,e$, e chiamando e l'entropia, u l'energia interna, $d\,Q$ la quantità elementare di calore somministrato al corpo, v il volume specifico, ed I l'equivalente meccanico del calore, risulta:

$$d\,H' = e\,d\,T + \frac{p}{I}\,d\,v. \qquad [3]$$

Ora poichè H' è funzione delle variabili che caratterizzano lo stato del corpo (p, u, v, e, T) se prendiamo come variabili indipendenti la T e la v, avremo

$$H' = H'\,(T\,v)$$

che differenziata dà

$$d\,H' = \left(\frac{\delta\,H'}{\delta\,T}\right)_v d\,T + \left(\frac{\delta\,H'}{\delta\,v}\right)_T d\,v \text{ (1)}$$

dalla quale identificata alla [3] si ottengono le

$$e = \left(\frac{\delta\,H'}{\delta\,T}\right)_v \qquad [4] \qquad\qquad p = I\left(\frac{\delta\,H}{\delta\,v}\right)_T. \qquad [5]$$

Dalle equazioni [1] e [4] ricavando u dalla [1 e sostituendovi $e = \frac{\delta\,H'}{\delta\,T}$ si deduce l'espressione dell'energia interna

$$u = I\left(T\,\frac{\delta\,H'}{\delta\,T} - H\right)$$

mentre differenziando la [4]

$$d\,e = \frac{\delta^2\,H'}{\delta\,T^2}\,d\,T + \frac{\delta\,H'}{\delta\,T\,\delta\,v}\,d\,v$$

---

(1) La $\left(\frac{\delta\,H'}{\delta\,T}\right)_v$ indica la derivata parziale di H' rispetto a T, tenendo v costante, ecc.; $H' = H'\,(T\,v)$ dice che H' è funzione di T e di v.

poichè $H' = H'(T\,v)$ e $d\,e = \frac{d\,Q}{T}$ si deduce la

$$d\,Q = T \frac{\delta^2 H'}{\delta\,T^2}\,d\,T + T\,\frac{\delta^2 H'}{\delta\,T\,\delta\,v}\,d\,v$$

che identificata con l'equazione

$$d\,Q = c\,d\,T + l\,d\,v$$

(che com'è noto è una delle forme che può assumere la quantità di calore somministrata ad un corpo, ed ove $c =$ calore specifico a volume costante ed l rappresenta il calore di dilatazione) conduce alle relazioni

$$c_v = T \frac{\delta^2 H'}{\delta\,T^2} \qquad l = T\,\frac{\delta^2 H'}{\delta\,T\,\delta\,v}$$

differenziando invece la [5] poichè $p = p\,(T\,v)$

$$d\,p = I\,\frac{\delta^2 H'}{\delta\,T\,\delta\,v}\,d\,T + I\,\frac{\delta^2 H'}{\delta\,v^2}\,d\,v$$

della quale considerando il volume costante $(d\,v = 0)$ si ricava

$$\left(\frac{d\,p}{d\,T}\right)_v = I\,\frac{\delta^2 H'}{\delta\,T\,d\,v}$$

ma si era trovato

$$l = T\,\frac{\delta^2 H'}{\delta\,T\,\delta\,v}$$

onde risulta subito

$$l = \frac{T}{I}\left(\frac{d\,p}{d\,T}\right)_v$$

che è la prima equazione di Clapeyron.

Si potrebbero dedurre, seguendo lo stesso procedimento di calcolo tutte le altre equazioni fondamentali; non lo faremo per non allontanarci dallo scopo prefissoci; ci bastino quindi le considerazioni svolte in questi preliminari per far rilevare l'importanza che assumono le funzioni H' ed H'' nello studio della termodinamica. Volendo però procedere per gradi, affine di familiarizzare il lettore con l'argomento nuovo che ci proponiamo di trattare, saremo ancora per un poco costretti a continuare nelle investi-

gazioni teoriche (in gran parte originali), tracceremo in appresso uno studio sui diagrammi termodinamici principali, mentre le applicazioni dei medesimi alle macchine, le porremo in capitolo a parte, alla fine della memoria.

Considerazioni sulle funzioni potenziali (1).

È noto che la conoscenza completa delle proprietà di un corpo esige la conoscenza della equazione di elasticità che lega fra loro volume, pressione e temperatura, oppure di una relazione che leghi il volume, la temperatura e l'energia, ecc.

Ma di queste relazioni fra tre delle grandezze, parecchie non sono sufficienti a determinare tutte le altre che caratterizzano lo stato del corpo; la relazione p. es. fra $p\ v\ T$ non determina completamente l'energia e l'entropia.

Da quel che abbiamo posto precedentemente, risulta invece che esistono delle funzioni speciali, « i potenziali termodinamici » di due variabili indipendenti, tali che la conoscenza della relazione fra la funzione e le due variabili è sufficiente a dare la conoscenza integrale del corpo.

Se sono il volume e la temperatura che si prendono per variabili indipendenti è la funzione [1] del Masieu che bisogna considerare, se invece è la pressione e la temperatura si dovrà prendere la [2] per dedurre le proprietà del corpo.

Consideriamo allo scopo le funzioni definite dalle relazioni [1] e [2] la prima delle quali può esser posta sotto la forma differenziale

$$d\,H' = e\,d\,T + \frac{p\,d\,v}{I}$$

dalla quale si ricava subito

$$[6] \qquad e = \left(\frac{\delta\,H'}{d\,T}\right)_v \qquad\qquad p = I\left(\frac{\delta\,H'}{\delta\,v}\right)_T \qquad [7]$$

ove gli indici $v\ T$ indicano che si son prese le derivate della funzione H' tenendo v e T costanti.

Si ha inoltre, poichè

$$d\,L = p\,d\,v \quad \text{e} \quad d\,Q = T\,d\,e$$

(1) Queste considerazioni che conducono alla rappresentazione grafica delle proprietà dei potenziali del Massieu sono originali dello scrivente.

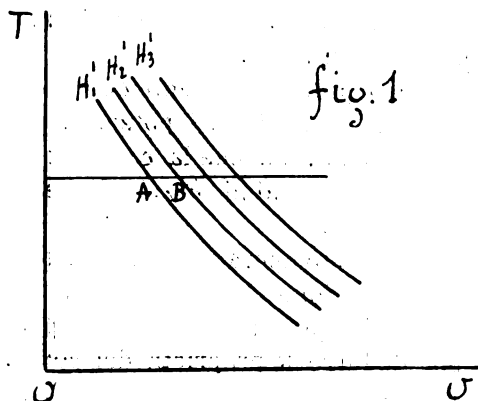
che

$$[8] \qquad d\,L = I\left(\frac{\delta\,H'}{\delta\,v}\right)_T d\,v;$$

e differenziando la [6], poichè $H' = H'(T'\,v)$ avremo

$$d\,e = \frac{\delta^2\,H'}{\delta\,T^2}\,d\,T + \frac{\delta^2\,H'}{\delta\,T\,\delta\,v}\,d\,v \text{ (1)}$$

che sostituita nella $d\,Q = T\,d\,e$ dà

$$[9] \qquad d\,Q = T\left[\frac{\delta^2\,H'}{\delta\,T^2}\,d\,T + \frac{\delta^2\,H}{\delta\,T\,\delta\,v}\,d\,v\right].$$

Ora siccome è facile determinare la funzione H' secondo i criteri posti dal Massieu, così si vede come si possono facilmente stabilire in funzione di essa tutte le altre variabili che caratterizzano lo stato del corpo.

Ma vi ha di più: da questa prima funzione potenziale scaturisce una considerazione importante che è la seguente: **« se nel diagramma $T\,v$ prendiamo le pressioni nella direzione dell'asse v, la [7] ci dice che la p è eguale alla variazione di H' divisa per la variazione di v presa nella direzione dell'asse T »**, ossia costruendo le curve equipotenziali H' assai vicine ed equidifferenti, avremo che la pressione p nell'intervallo $A\,B$ sarà data fig. 1 da

$$I\,\frac{H'_2 - H'_1}{A\,B}$$

(1) Si vedono chiaramente le variabili che nella derivazione devono rimanere costanti, onde ci dispenseremo in taluni casi dall'accennarlo per non complicare la scrittura delle formole.

è quindi facile a determinarsi una volta tracciate le curve H′ (1) mentre l'entropia si determina facendo la variazione di H' e dividendola per quella di T contata sopra una verticale, perchè nella [6] v è costante.

Se si traccia quindi la serie delle equipotenziali equidifferenti, la serie delle orizzontali è divisa in segmenti inversamente proporzionali alla pressione, mentre quella delle verticali in segmenti inversamente proporzionali alle entropie.

La [7] dice poi per un movimento parallelo a T ($d\,v = 0$) il lavoro

$$d\,L = I\left(\frac{\delta\,H'}{\delta\,v}\right)_T d\,v$$

dato dalla [8] è nullo mentre il calore somministrato è espresso per la [9] da

$$d\,Q = T\left(\frac{\delta^2\,H'}{\delta\,T^2}\right)_v d\,T$$

la quale nel caso di un gas dice che

$$[10] \qquad c = T\left(\frac{\delta^2\,H'}{\delta\,T^2}\right)_v$$

poichè a volume costante $d\,Q = c_v\,d\,T$.

La [10] esprime il calore specifico in funzione del potenziale H'. Invece per un movimento parallelo a v ($d\,T = 0$) le [8] e [9] divengono

$$d\,L = I\left(\frac{d\,H'}{d\,v}\right) d\,v$$

$$d\,Q = I\left(\frac{\delta^2\,H'}{\delta\,T\,\delta\,v}\right) d\,v.$$

Analogamente dalla considerazione della funzione [2] si perverrebbe all'equazione

$$d\,H'' = e\;d\,T + \frac{v\,d\,p}{I}$$

per mezzo della quale nel diagramma $p\,T$ (perchè sono queste le variabili indipendenti) si potrebbero trarre conseguenze ana-

(1) Le H' sono semplici curve dimostrative.

loghe a quelle dedotte per la funzione H'; non ci occuperemo di questo, osserveremo soltanto che le equazioni [1] e [2] rappresentano nello spazio due superfici le quali godono proprietà caratteristiche con corrispondenze di dualità rispetto alla superficie termodinamica del Gibbs, la prima è riferita agli assi H', T, x; la seconda agli assi H'', p, v.

Lo studio di queste superfici presenta delle difficoltà considerevoli, ed è particolarmente dovuta al Gibbs la semplificazione della questione della determinazione delle proprietà caratteristiche di un corpo mediante la semplice conoscenza di una sola funzione posta fra le variabili che la caratterizzano, le quali, ripetiamo, sono p v T e u.

Il Gibbs infatti nei suoi studi molto approfonditi fece per la prima volta osservare che l'energia u gode della proprietà di essere un potenziale termodinamico ad $e = costante$ la cui variazione può mettersi sotto la forma semplice della prima equazione fondamentale di termodinamica:

$$d\,u = \frac{T\,d\,e}{A} - p\,d\,v$$

la quale permette di ottenere delle soluzioni grafiche in modo assai più semplice di quanto non lo consentano le funzioni H' ed H'' del Massieu. Dalla considerazione di questa funzione u il Gibbs trasse due diagrammi, il diagramma temperatura entropia, ed il diagramma volume entropia, quest'ultimo particolarmente usato nello studio dei processi fisico-chimici, il primo invece applicato dal Boulvin (diagramma entropico) nell'analisi delle evoluzioni seguite dagli intermediari che agiscono nelle macchine termiche. A chi interessassero maggiori schiarimenti in proposito rimandiamo alla memoria: *A metod of geometrical representation of the thermodynamic properties of substances by means of surfaces.*

Rileveremo solo che l'opera del Gibbs è essenzialmente di utilità alla fisico-chimica, nulla in essa è esposto che interessi la termodinamica applicata alle macchine, la quale fino ad ora si è valsa del diagramma entropico la cui trattazione originale e completa fu esposta del Boulvin ed è a tutti nota. Seguirono molte pubblicazioni e diagrammi fatti allo scopo di facilitare le lunghe calcolazioni, specialmente quelle relative alle turbine a vapore, sono noti i grafici di Stodola e quello più originale del prof. Mollier « diagramma calore totale, entropia ». D'altro non sappiamo che si sia fatto che si riferisca a questo importante

argomento ond'è che esporremo qui appresso lo studio sui diagrammi termodinamici, appoggiandosi ai preliminari posti, alle considerazioni personali già stabilite e ad altre che via via enumereremo.

Diagrammi termodinamici (1).

Si è visto che le variabili che caratterizzano lo stato di un corpo sono le *p*, *v*, *T*, *e*, *u*, le quali possono dar luogo (con le combinazioni semplici due a due) ai dieci diagrammi seguenti:

$$p\,v,\ p\,T,\ p\,e,\ p\,u,\ v\,T,\ v\,e,\ v\,u,\ T\,e,\ T\,u,\ e\,u.$$

Se ci si limita al caso di un costituente unico od almeno che possa esser considerato come tale (gas della combustione, per es. agenti nel cilindro di una motrice a gas) i diagrammi classici sono quelli che hanno per ascisse le variabili di posizione *v* o *T* e per ordinate le variabili di tensione corrispondenti *p* od *e* (2). detti rispettivamente com'è noto diagramma delle pressioni e diagramma entropico, questi con i rimanenti diagrammi possono dividersi in tre categorie secondo che hanno per coordinate:

1.° Una variabile di posizione ed una di tensione (corrispondente o non corrispondente) quali i diagrammi *p v*, *T v*, *u e*, *u v*, *p e*, *v T*.

2.° Due variabili di tensione; i diagrammi *p T*, *T u*, *p u*.

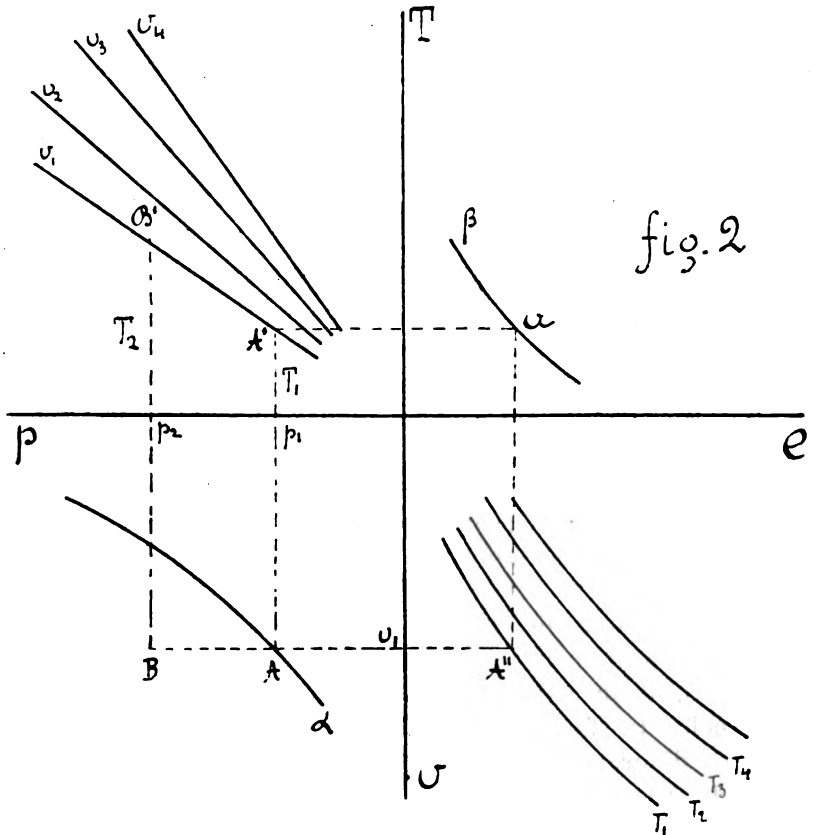
3.° Due variabili di posizione; il solo diagramma *v e*.

Fra questi, alcuni sono stati impiegati come diagrammi intermediari, nella trasformazione delle linee del vapore saturo, per questo nel diagramma *p T* si suole rappresentare la curva di tensione dei vapori saturi; il diagramma *v e* serve invece per la determinazione delle entropie. Allo scopo di accelerare le operazioni di trasformazione sul diagramma entropico delle linee rilevate coll'indicatore, è opportuno completare questi diagrammi, il che può farsi nel modo seguente:

---

(1) La necessità di pubblicare subito questa memoria ci ha indotti a rimandare i laboriosissimi calcoli per dare i diagrammi completi ed atti ad essere usati in pratica, il che sarà fatto a suo tempo. Per ciò le linee delle figure sono semplicemente rappresentative bastando per ora porre le basi necessarie per la costruzione dei diagrammi medesimi.

(2) Il Gibbs chiama *p*, *T*, *u*, variabili di tensione e *v*, *e*, variabili di posizione, le *p v*, *T e* sono dette variabili corrispondenti.

Bisogna disegnare dei grafici (come quello semplicemente dimostrativo rappresentato in fig. 2) nella quale si sono tracciate le linee a $v =$ costante e quelle a $T =$ costante rispettivamente nei diagrammi $T\,p$ e $v\,e$; si passa allora facilmente dal punto A

al corrispondente a del diagramma entropico con la semplice costruzione geometrica indicata in figura (1).

---

(1) Per i gas ideali le linee a $v =$ costante si tracciano per mezzo della $p\,v = R\,T$ la quale per un valore $v = v_1 =$ costante diventa [1] $p = \frac{R}{K}\,T$. Facendo variar la pressione p, per mezzo di questa relazione si determina la temperatura T. In figura al punto A corrispondono $v_1\,p_1$ onde con la [1] si determina T_1 e quindi A'. Per il punto $B \equiv v_1\,p_2$ con la [1] si determinerebbe T_2 e quindi B'. Collegando i punti $A'\,B'$... si otterrebbe la linea a volume costante v_1. Queste linee per i gas perfetti sono rette. Le isotermiche nel diagramma volume entropia

Ciò ha particolare interesse per i gas e per i vapori surriscaldati.

Taceremo sui diagrammi $p\,e$, $p\,u$, $v\,T$ e $T\,u$, perchè non presentano particolari caratteristiche e riserviamo le pagine seguenti ai tre diagrammi fondamentali $v\,e$, $u\,e$, $u\,v$ che scaturiscono, come già si è osservato direttamente dall'equazione che integra il primo principio di termodinamica.

Il diagramma $v\,e$ fu introdotto dal Gibbs per le rappresentazioni fisico-chimiche; in questo diagramma i miscugli di tre fasi (stati) coesistenti dello stesso corpo invece di essere rappresentate da un sol punto sono indicate dai differenti punti di un triangolo i di cui vertici rappresentano le tre fasi. È questo il primo esempio di diagramma triangolare che ha ricevuto applicazioni notevoli nello studio delle leghe.

Oltre a quello che si è già detto sul diagramma $v\,e$, aggiungeremo di esso la trattazione completa introducendolo (come ha fatto il Boulvin per il diagramma entropico) nello studio delle evoluzioni dei corpi per le applicazioni alle macchine termiche. Questa trattazione ci auguriamo che riesca originale non fosse altro, perchè nuova, come nuovi sono i due diagrammi $u\,e$, $u\,v$, che per la prima volta vengono dallo scrivente messi in rilievo.

Come si generano i diagrammi v e, u v, u e; loro proprietà fondamentali ed applicazioni.

La prima equazione fondamentale può scriversi nei seguenti modi:

[11] $$A\,du = T\,de - A\,p\,dv$$

[12] $$T\,de = A\,du + A\,p\,dv$$

[13] $$A\,p\,dv = T\,de - A\,du.$$

---

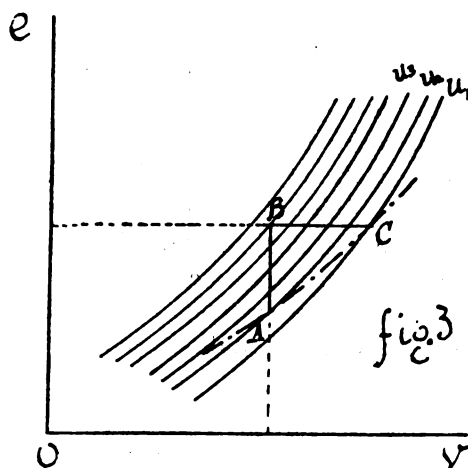
si determinano per mezzo della, $e - e_0 = A\,R \log \frac{v}{v_0} + c_v \log \frac{T}{T_0}$ [2] la quale per $T =$ costante diventa l'equazione di dette linee. Allora se si vuole l'entropia di A, una volta determinata la sua temperatura T_1 basta cercare il punto d'incontro A'' dell'orizzontale per A con la curva T_1, ecc. Si ha così il modo di avere il punto a. Analoga costruzione può eseguirsi per i vapori surriscaldati. « *La costruzione dei grafici così predisposti facilita lo studio delle proprietà dei corpi* ».

Dalla [11] si ricava:

$$[15] \qquad \left(\frac{d\,u}{d\,e}\right)_v = \frac{T}{A}; \qquad \left(\frac{d\,u}{d\,v}\right)_e = -\,p \qquad [14]$$

$$[16] \qquad d\,Q = T\,d\,e = \left(\frac{d\,u}{d\,e}\right)_v d\,e$$

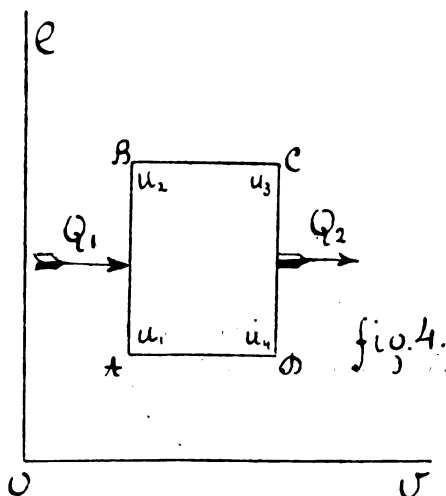
$$[17] \qquad d\,L = p\,d\,v = -\left(\frac{d\,u}{d\,v}\right)_e d\,e$$

relazioni che sono assai semplici nel diagramma volume entropia.

In questo diagramma (fig. 3) si costruisca una serie di isodinamiche ($u =$ costante) per differenze d'energie eguali ed infinitamente piccole, allora tutte le serie di orizzontali ($e =$ cost.) per la [14] è divisa dalle isodinamiche in segmenti che sono inversamente proporzionali alle pressioni e la serie di rette verticali ($v =$ costante) in segmenti inversamente proporzionali alla temperatura (per la [15]).

Si vede inoltre che per un movimento parallelo all'asse dei volumi, $d\,e = 0$, il calore ricevuto (per la [16]) è nullo, mentre il lavoro è eguale alla diminuzione dell'energia interna (per la [17]) mentre per un movimento parallelo all'asse delle entropie, $d\,v = 0$, il lavoro prodotto è nullo ed il calore ricevuto è eguale all'aumento dell'energia.

Ciò è vero qualunque sia il cammino percorso dal corpo, finito od infinitesimale che sia. Potremo così dire che il lavoro per il

cammino *A C* (infinitesimo) facente parte di un cammino finito qualunque è eguale al prodotto della pressione esistente in quella porzione di diagramma (che si ottiene prendendo la variazione ***d u*** e dividendola per la variazione ***d v***, contate sulla linea ad entropia costante) per la proiezione orizzontale *B C* di *A C*; invece il calore ricevuto è proporzionale al prodotto della *T* per la proiezione verticale *A B*.

Si vede quindi da ciò che è possibile mediante questo diagramma determinare con semplici misure di segmenti tanto il lavoro esterno

che il calore che a questo corrisponde allorchè, per esempio, l'intermediario percorre un ciclo chiuso, il che viene a semplificare assai tutti i calcoli relativi alle motrici termiche.

Questo diagramma poi ha particolare interesse nello studio delle motrici a gas funzionanti con ciclo Stirling (formato di due evoluzioni a volume costante e di due altre ad entropia costante) perchè esso viene ad essere rappresentato assai semplicemente da un rettangolo, nel quale il segmento *A B* misura (fig. 4) l'aumento di energia che corrisponde all'introduzione Q_1 di calore a volume costante, mentre *C D* rappresenta la diminuzione di energia interna dovuta alla sottrazione Q_2, o meglio, il lavoro totale effettuato nel ciclo è dato senz'altro da

$$u_2 - u_3 + u_4 - u_1.$$

Ma per lo studio delle macchine il diagramma va completato

ed a questo scopo divideremo la trattazione per i gas da quella relativa ai vapori saturi e surriscaldati.

Linee termodinamiche dei gas. — È noto che l'energia per i gas può esprimersi con la equazione

$$u = c_v T$$

allora è evidente che essa rappresenta un fattore integrante dell'equazione generale, avremo cioè:

$$\frac{d u}{u} = T \frac{d e}{u} - \frac{A p d v}{u}$$

da cui per essere $p v = R T$ si ricava

$$\frac{d u}{u} = \frac{d e}{c_v} - \frac{A R T}{v} \frac{d v}{c_v T}$$

ed integrando

$$\log u = \frac{e}{c_v} - \frac{A R}{c_v} \log v + \text{costante.}$$

Se allorchè $u = 1$ e $v = 1$ prendiamo $e = 0$ risulta nulla la costante onde l'equazione definitiva

$$\log u = \frac{e}{c_v} - \frac{A R}{c_v} \log v \tag{18}$$

con le altre:

$$p v = R T \tag{19}$$

$$u = c_v T \tag{20}$$

risolve tutte le questioni relative ai gas.

Facendo infatti nella [18] $u =$ costante si hanno le isodinamiche rappresentate dall'equazione

$$e = A \log v + \text{costante.}$$

Prendendo invece il logaritmo della [20] e sostituendolo nella [18] si ha

$$e = A R \log v + c_v \log T + c_v \log c_v$$

nella quale sostituendovi

$$\log T = \log p + \log v - \log R$$

si ricava

$$e = (A\,R + c_r)\log v + c_v \log.\, p + c_v \log \frac{c_r}{R}$$

nella quale facendo $p =$ costante si ha, nel diagramma volume entropia, l'equazione delle isobare.

Si noti che tanto le isotermiche che le isobare possono essere costrutte con una sola sagoma.

Vapori saturi e surriscaldati. — Premettiamo che per tracciare le linee dei vapori basta ricorrere alle equazioni generali di questi; allorchè si è nella regione del vapore saturo le isotermiche coincidono con le isobare ed entrambe queste linee sono, nel diagramma volume entropia, delle rette, dal che scaturisce una grande semplicità nel loro tracciamento. Vi ha di più: per la coincidenza delle isotermiche con le isobare risulta, essendo $\frac{d\,u}{d\,v} = -\,p$ [14] e $\frac{d\,u}{d\,e} = T$ [15], che le isotermiche tagliano le isodinamiche sotto lo stesso angolo ed i segmenti staccati su isodinamiche equidifferenti sono eguali, da ciò un metodo facile per costrurre queste linee.

Volendo procedere per via di calcolo scriviamo le equazioni che dànno, per i vapori saturi, l'energia, l'entropia ed il volume specifico, avremo:

$$u = q + \rho\, x \qquad [21]$$

la quale, supponendo nulla l'energia di 1 kg. di acqua a 0°, rappresenta l'energia di 1 kg. di vapore a T^0 e titolo x. Analogamente si ha l'entropia

$$e_T = 2.302 \log_{10} \frac{273 + t}{273} + \frac{r\;x}{273 + t} \qquad [22]$$

nella quale si è supposta zero l'entropia a 0°; ed infine per approssimazione

$$v = u\, x. \qquad [23]$$

Se ora nella [22] facciamo $t =$ costante si ottiene

$$e_T = \frac{r\,x}{273 + t} + \text{costante}$$

e per la [23]

$$e_T = \frac{r\,v}{u\,(273 + t)} + \text{costante}$$

la quale rappresenta nel diagramma volume entropia le linee isotermiche ed isobare. Si vede che queste linee sono rette.

Sono pure rette le adiabatiche e le linee a volume costante. Si ottengono invece le linee a calore totale costante applicando la

$$\lambda = q + r\,x$$

conciliata opportunamente con la [22]; analogamente si posson tracciare le isodinamiche, le linee a titolo costante e le curve limiti, una delle quali, quella del liquido, si riduce evidentemente ad una retta perpendicolare all'asse dei volumi.

Per i vapori surriscaldati la cosa non è tanto ovvia, specie se si tien conto delle variabilità dei calori specifici, secondo le recenti esperienze dell'Jacob e Knoblauch, dalle quali scaturiscono le equazioni di cui bisogna servirsi per disegnare le curve termodinamiche.

Dalle citate esperienze si deduce che l'equazione di elasticità più appropriata per i vapori surriscaldati è l'equazione proposta dal Callendar:

$$[24] \qquad p\,v = R\,T_s - C\,p\left(\frac{273}{T_s}\right)^n.$$

Ove T_s è la temperatura del vapore surriscaldato. p la pressione in kg. per mq., $R = 47$, $A\,R = 0.11$; $C = 0.075$, $n = \frac{10}{3}$; supposto che si sia lontani dal punto critico.

A questa equazione si aggiunge quella che esprime il calore totale

$$[25] \qquad \lambda = q + r + c_p^m\,(T_s - T_p)$$

ove c_p^m è il calore specifico medio, e T_p è la temperatura del vapor saturo; e l'equazione che dà l'entropia

$$[26] \qquad e = \tau + \frac{r}{T_p} + 2.302\left[c_{p=0}\right]_m^{T_p\,T_s}\log_{10}\frac{T_s}{T_p} - n\,A\,c_p \left[\frac{1}{T_s}\left(\frac{273}{T_s}\right)^n - \frac{1}{T_p}\left(\frac{273}{T_p}\right)^n\right]$$ (1)

nella quale il $\left[c_{p=0}\right]_m^{T_p\,T_s}$ rappresenta il calore specifico medio

(1) La τ indica l'entropia del liquido.

fra le temperature T_p T_s dedotto integrando la curva a pressione nulla e dividendo per la differenza $T_s - T_p$, ossia

$$\left[c_{p=0}\right]_m^{T_p\ T_s} = \frac{\int_{T_p}^{T_s} c_{p=0}\, d\,T}{T_s - T_p}$$

Se per calcolare l'entropia si prendesse l'equazione

$$[27] \qquad e = \tau + \frac{r}{T_p} + 2.302 \left[c_{p=0}\right]_m^{T_p\ T_s} \log_{10} \frac{T_s}{T_p}$$

allora sarebbe

$$\left[c_p\right]_m^{T_p\ T_s} = \frac{\int_{T_p}^{T_s} c_p\, d\,T}{T_s - T_p}.$$

Giova osservare che per il calcolo di queste formole conviene riportarsi alle tabelle e diagrammi inseriti nel Marchis « *La vapeur surchauffée* ».

Applicando le [24], [25], [26] e [27] si posson determinare le linee relative al vapore surriscaldato; se sostituiamo infatti nella [26] $T_p =$ costante (corrispondente ad una determinata pressione del vapor saturo) si deduce subito l'equazione

$$e_T = 2.303 \left[c_{p=0}\right]_m^{T_p\ T_s} \log_{10} \frac{T_s}{T_p} - n\ A\ C \cdot \left(\frac{273}{T_s}\right)^n \frac{p}{T_s} + \text{costante}$$

nella quale per valori successivamente crescenti di T_s, essendo noti p, T_p e calcolato $\left[c_{p=0}\right]_m^{T_p\ T_s}$ si ricava l'entropia e per mezzo della [24] il volume.

Si possono così stabilire tutte le linee a $p =$ costante nel diagramma volume entropia per il vapore surriscaldato.

Analogamente, per le isotermiche basta introdurre il valore di p dedotto dalla [24] nell'equazione

$$e_T = \text{costante} - 2.303\ A\ R\ \log_{10} p - n\ A\ C \left(\frac{273}{T_s}\right)^n \frac{p}{T}$$

scaturisce l'equazione delle isotermiche nel diagramma $v\,e$.

Fra le altre linee necessarie quelle a volume costante e le adiabatiche sono rette.

Applicazione del diagramma volume entropia.

Sia nel diagramma $p\ v$ un ciclo, ricavato (p. es.) con l'indicatore, per trasformarlo nel diagramma $v\ e$ conviene operare così:
Disegnato con scale opportune il diagramma $p\ v$ si consideri a sinistra di o l'asse delle entropie e (fig. 5).

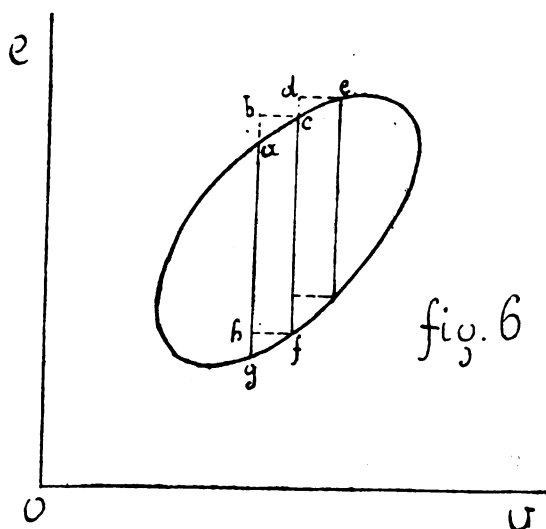
Allora se si tratta di un gas, l'equazione di elasticità

$$p\ v = R\ T$$

ci dice che l'area $O\ v_1\ B\ C = p\ v = R\ T$ è proporzionale alla temperatura del punto B, onde questa si determina semplicemente riportando la costante R in direzione della p, congiungendo l'estremo R con v_1 e tirando da C la parallela a $v_1\ R$, in $O\ T_1$ si ottiene la temperatura T_1 di B, essendo poi tracciato nel diagramma $v\ e$ un sistema di isotermiche, l'incontro della $V_1\ B$ con l'isotermica di temperatura T_1 dà il punto b che corrisponde a B (fig. 5).

La trasformazione riesce assai semplice per i diagrammi teorici inquantochè le adiabatiche e le linee a volume costante sono nel diagramma $v\ e$ linee rette; allorchè invece si avessero dei diagrammi pratici o delle linee delle quali non si conosce la natura conviene procedere per punti.

Il diagramma volume entropia, introdotto ha il vantaggio di sostituire integrali di linee agli integrali di superficie che si hanno nel diagramma entropico, il che semplifica i calcoli escludendo l'uso del planimetro.

Se un diagramma trasformato risulta come quello tracciato nella fig. 6 allora per ciò che si è detto precedentemente, la variazione di energia $u_c - u_b$ diminuita della variazione $u_h - u_f$ determinata con semplici misure di lunghezze (1) esprime il lavoro esterno compiuto nel ciclo *b c f h* che viene sostituito al ciclo curvilineo

a c f g; estendendo al contorno finito del ciclo questo procedimento si può come si vede facilmente determinare il lavoro esterno fatto, mentre il calore comunicato dovrà esser letto nelle linee a volume costante e dovrà essere eguale all'equivalente del lavoro esterno fatto.

Questo per un ciclo chiuso, se invece si considerasse un tratto di linea finita *a e*, per esempio, allora l'introduzione Q_1 di calore lungo *a e* provoca la variazione di energia

$$u_e - u_a$$

---

(1) Nel diagramma fig. 6 s'intende che siano costrutte le linee isodinamiche equidifferenti.

più un certo lavoro esterno, il diagramma mette subito sott'occhio tanto il valore del calore comunicato

$$Q_1 = \int T \, d\, e = A \, (u_b - u_a + u_d - u_c)$$

che il lavoro esterno fatto.

$$L_1 = \int p \, d\, v = u_b - u_c + u_d - u_e \, .$$

« È questa una proprietà considerevole del diagramma volume entropia che c'interessa di rilevare come utilissima per lo studio delle linee termodinamiche ».

Si può cioè aver sott'occhio il variare della energia durante una evoluzione qualunque di un corpo.

Tutte le questioni relative al coefficiente economico dei cicli„ realizzati nelle motrici termiche possono trattarsi con semplicità in questo diagramma, basta allo scopo dividere il ciclo in tanti cicletti elementari per mezzo di linee di eguale entropia, applicando a ciascuno di essi la formola

$$\varepsilon = 1 - \left(\frac{V_x}{V_y}\right)^{k-1}$$

si può verificare come varia il coefficiente economico nei cicli elementari ed ottenere rapidamente il coefficiente totale del ciclo (1).

Nel diagramma volume entropia le cose non si alterano, anzi si completano, perchè si ha sott'occhio il modificarsi successivo del calore, dell'energia e del lavoro esterno, cosa interessante non solo dal punto di vista della rapidità dei calcoli, ma anche, perchè offre un mezzo semplice per investigare il fenomeno fisico.

Applicazioni simili non si possono invece fare per i diagrammi entropia energia, ed energia volume, l'importanza dei quali rientra piuttosto nel campo della fisico-chimica; siccome però essi presentano qualche caratteristica non priva d'interesse, così per completare lo studio dei diagrammi termodinamici più importanti, ne faremo lo studio sommario basandosi sulle relazioni [12] e [13].

Dalla prima si ricava:

$$[28] \qquad \left(\frac{d\,e}{d\,u}\right)_v = \frac{A}{T} \qquad\qquad \left(\frac{d\,e}{d\,v}\right)_u = A\,\frac{p}{T}. \qquad [29]$$

---

(1) Vedasi allo scopo tutte le questioni relative ai cicli dei motori a gas trattate in modo esaurientissimo ed originale dal prof. C. Penati del R. Politecnico di Torino, nelle « Lezioni sui motori a gas ».

« **La** [29] **fa subito vedere come varia l'entropia col volume lungo la linea ad energia costante** », mentre la [28] esprime che nel diagramma energia-volume i segmenti intercettati dalla serie di linee entropiche equidifferenti, sopra linee a volume costante stanno in ragione diretta delle temperature.

Dall'equazione [13] invece si deducono le

$$[30] \qquad \left(\frac{d\,v}{d\,e}\right)_u = \frac{T}{A\,P} \qquad\qquad \left(\frac{d\,v}{d\,u}\right)_e = \frac{1}{p} \qquad [31]$$

la prima delle quali ha nel diagramma energia-entropia lo stesso significato che la [29] ha nel diagramma energia-volume, la [31] serve ad esprimere al solito modo il lavoro esterno scrivendola sotto la forma

$$d\,L = p\,d\,v = \frac{1}{\left(\frac{d\,v}{d\,u}\right)_e}\,d\,v.$$

Con questo poniamo fine alla serie delle considerazioni sui diagrammi e potenziali termodinamici, sperando di aver portato in questo argomento, nuovo per la nostra letteratura tecnica (1), un indirizzo pratico e più precisamente diretto a far risaltare l'importanza che assumono nello studio delle macchine termiche i diagrammi pressione-temperatura e volume entropia, fino ad ora solamente destinati ad essere di sussidio per le trasformazioni entropiche delle evoluzioni termiche.

---

(1) Sui potenziali poco o niente è stato scritto nella nostra letteratura tecnica, o nulla sulla importanza che hanno le funzioni potenziali nel tracciamento dei diagrammi termodinamici. Questo giustifichi la presente trattazione.

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Su alcuni metodi di prevenzione delle sovratensioni interne.

Le sovratensioni si combattono in generale solo quando si sono già manifestate; inquantochè, ad es., esse vengono riflesse, fanno funzionare scaricatori, consumano la loro energia in resistenze.

Un metodo più razionale però sarebbe quello di soffocarle in germe, cioè di impedire che esse si manifestino. Ma, poichè per prevenire un effetto occorre agire sulla causa, a simili metodi si può pensare soltanto per le sovratensioni interne, per quella classe, cioè, di sovratensioni, che hanno origine nell'impianto in seguito a brusche modificazioni nel suo stato.

Ciò posto, il metodo più razionale per prevenire tali sovratensioni sarebbe quello di sostituire, quando ciò fosse possibile, alla modificazione brusca una modificazione graduale. Questo concetto è stato applicato per la messa sotto tensione dei cavi sotto varie forme, fra cui ci basti citare quella assai nota proposta da Cowan, basata sull'uso di un trasformatore ausiliare ad induzione variabile, che permette di portare il cavo dalla tensione zero alla tensione di regime, o viceversa, con variazione rigorosamente continua.

Tuttavia la complicazione che questo apparecchio introduce (e lo stesso dicasi di analoghi dispositivi) non è forse proporzionata al vantaggio. Esso infatti, servendo soltanto all'inserzione o alla disinserzione del cavo a vuoto, evita sovratensioni che, aggiungendosi alla tensione normale, ne possono al massimo raddoppiare momentaneamente il valore; mentre è senza azione rispetto alle sollecitazioni ben maggiori a cui può venir sottoposto l'impianto, ad es., all'interruzione di un corto circuito.

Se è vero che anche sovratensioni relativamente basse, ripetute

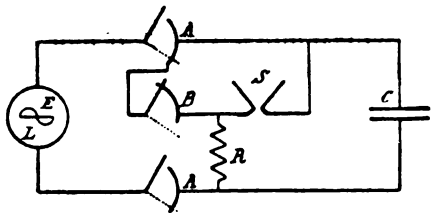
sovente, possono a lungo andare indebolire l'isolante, non è tuttavia necessario il loro assoluto annullamento. Praticamente più utile può riuscire una sufficiente limitazione preventiva della loro ampiezza e durata, perchè unita alla semplicità, all'economia e ad una maggiore generalità d'azione dell'apparecchio.

Appunto a questi concetti si conforma il metodo seguente.

***

Pei cavi, che sono sottratti alle influenze atmosferiche, si adoperano per combattere le sovratensioni interne, scaricatori inseriti fra le fasi, costituiti solamente da ordinari parafulmini ad intervalli d'aria, in serie con una resistenza di smorzamento. Orbene queste resistenze già esistenti nell'impianto, se opportunamente dimensionate, possono con facilità venire adoperate a prevenire, almeno parzialmente, le sovratensioni che provengono da manovre all'interruttore principale.

Fig. 1.

Il modo di applicazione di questo principio risulta dalla fig. 1, che per semplicità è stata disegnata con riferimento ad un impianto monofase.

I due contatti *A A* sono gli ordinari contatti dell'interruttore, mentre *B* è un contatto ausiliare meccanicamente accoppiato ai primi ed elettricamente in parallelo allo scaricatore.

Come indica schematicamente la figura, nella manovra di inserzione viene innanzi tutto connessa la resistenza in parallelo al cavo, poi il loro complesso alla sorgente, e per ultimo viene disinserita la resistenza che resta allora connessa allo scaricatore. Pel nostro scopo, l'intervallo di tempo, durante il quale la resistenza rimane in circuito insieme al cavo, può essere assai breve; ad ogni modo esso potrà venire regolato variando in *B* la durata del contatto.

In modo analogo procede la manovra di disinserzione: viene effettuato dapprima il parallelo della resistenza al cavo e poi il loro gruppo viene distaccato dalla sorgente.

In complesso, il contatto *B* inserisce la resistenza allo stesso modo del parafulmine, una volta che questo sia adescato, però colla differenza essenziale che l'adescamento di questo è dovuto a sovratensioni che si sono già manifestate, ed hanno quindi sol-

lecitato l'isolante, mentre l'inserzione preventiva della resistenza ha lo scopo di impedire che esse si manifestino.

La determinazione matematica del valore più opportuno per la resistenza ausiliare riesce molto laboriosa, e sarebbe qui fuori di luogo. Ma, per meglio comprendere il funzionamento del dispositivo, vale la pena di accennarne i concetti fondamentali.

Se per semplicità consideriamo il cavo come una capacità C concentrata, e trascuriamo l'influenza della sua autoinduzione, come pure quella della resistenza sia del cavo che del generatore, al momento dell'inserzione l'interruttore A chiude un circuito formato dall'autoinduzione L della sorgente in serie col gruppo, costituito dalla capacità C e dalla resistenza R in parallelo fra loro.

In queste condizioni, il calcolo dimostra che, quando si voglia evitare che alla tensione normale si abbia a sovrapporre un treno di oscillazioni, il valore R non deve superare quello di una certa resistenza critica:

$$R_0 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Non si deve credere perciò che la R possa venir fatta piccola a piacere. La scintilla d'apertura al distacco della resistenza, nella seconda parte della manovra, può dar luogo a sovratensioni oscillatorie nel circuito di Thomson formato da R, C e dall'autoinduzione del cavo (precedentemente trascurata) quando non sia verificata la disuguaglianza:

$$R > 2 \sqrt{\frac{\lambda}{C}}.$$

Se si può ritenere che, data la grandezza relativa di L e di λ, il valore massimo di R compatibile colla prima condizione, cioè la resistenza critica R_0 soddisfi in generale anche a questa seconda condizione, è tuttavia possibile per altre ragioni che il suo distacco dia luogo a sovratensioni.

Difatti le curve della tensione a cui è sottoposto il cavo a resistenza inserita o disinserita, differiscono tra loro per ampiezza e per fase; se supponiamo che il distacco della resistenza (ammesso istantaneo) avvenga in un momento al quale corrisponde nella prima curva l'ordinata e_1 e nella seconda l'ordinata e_2, ha luogo una brusca variazione nella tensione di carica da e_1 ad e_2,

che può generare oscillazioni di ampiezza $e_1 - e_2$; ed il calcolo dimostra che la tensione risultante può, in condizioni sfavorevoli, riuscire anche per $R = R_0$; se non di molto, tuttavia superiore alla tensione di regime. Questo pericolo diminuisce rapidamente coll'aumentare di R.

Queste considerazioni, unite all'altra che il costo della resistenza (che, dovendo essere di valore prestabilito, si farà opportunamente metallica nell'olio) diminuisce coll'aumentare del suo valore, fanno nascere spontaneamente la domanda: È possibile scegliere per la resistenza R un valore superiore ad R_0 pur ottenendo una sufficiente limitazione preventiva delle sovratensioni?

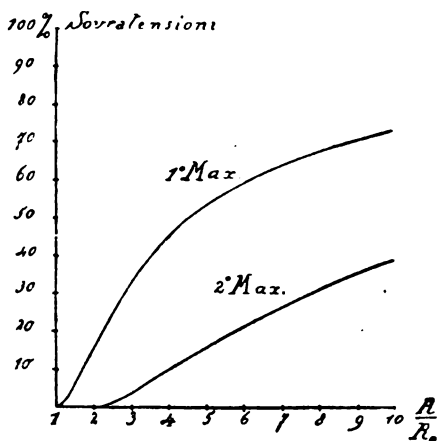



Fig. 2.

Per avere una idea sommaria del fenomeno in modo facile si sono disegnate le curve della fig. 2 nell'ipotesi semplificatrice che la forza elettromotrice della sorgente non sia alternativa, sebbene continua. Esse indicano il lavoro percentuale, rispetto alla tensione di regime, del primo e del secondo massimo della sovratensione oscillatoria in funzione del rapporto $\frac{R}{R_0}$ della resistenza scelta alla critica, e mostrano ad esempio che, per una resistenza doppia di R_0, il primo massimo è solo circa il 15 °/₀ della tensione normale, mentre il secondo è già del tutto trascurabile. Persino per una resistenza quintupla della critica, il primo massimo non raggiunge circa che il 50 °/₀, ed il secondo il 15 °/₀ della tensione normale; mentre, inserendo il cavo senza resistenza ausiliare, nella stessa ipotesi posta a base di questa ricerca, che macchina e cavo sieno esenti da perdite di energia, si otterrebbe

un treno di oscillazioni non ammortite, la cui ampiezza (costante per tutte) raggiunge il 100 % della tensione di regime.

Questi risultati (che nelle linee generali valgono anche per una forza elettromotrice alternativa) sono molto importanti per la applicazione pratica del metodo, mostrando che esso gode di una notevole elasticità. Essi ci dicono difatti che, nella determinazione della resistenza, si potrà senza scrupoli basarsi su valori approssimati di L e di C, scegliendo opportunamente (avuto riguardo della seconda fase della manovra ed al costo) un valore superiore a quello critico

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Anzi, a tenore degli stessi risultati, si può tener conto facilmente di possibili variazioni nelle condizioni dell'impianto (ad es., se, invece di una macchina, ne marciassero due o più in parallelo) perchè una resistenza, determinata con riferimento ad un dato valore di $\frac{L}{C}$, può riuscire di notevole vantaggio anche quando questo rapporto risultasse sensibilmente inferiore al supposto, tanto più che la resistenza critica varia soltanto colla radice quadrata di $\frac{L}{C}$.

Per la disinserzione del cavo a vuoto valgono considerazioni analoghe alle precedenti. Ma anche al distacco del cavo in altre condizioni, ad es., in seguito ad un corto circuito, la interruzione avviene quando cavo e resistenza sono in parallelo fra loro, cioè in un circuito il cui rilevante smorzamento limita energicamente l'ampiezza delle sovratensioni che si possono manifestare.

Oltre alle sovratensioni accennate, ve ne sono altre che la resistenza non riesce a prevenire, nemmeno parzialmente, perchè non dipendono da una manovra di inserzione o disinserzione, essendo, ad es., dovute a brusche variazioni di carico, però non così forti da produrre lo scatto dell'interruttore. Queste vengono combattute dallo scaricatore, il cui funzionamento ha l'effetto di consumare la loro energia nella stessa resistenza R.

Il dispositivo descritto, riducendo a pochi i casi in cui si manifestano sovratensioni e viene quindi adescato lo scaricatore, permette di aumentare la sensibilità di quest'ultimo, senza che si abbiano a temere scariche troppo frequenti. Anche riguardo al funzionamento dello scaricatore, è raccomandabile un valore di R

relativamente elevato, affinchè non vengano provocate variazioni di tensioni così sentite da disturbare l'esercizio.

Il metodo può pure servire nella stazione d'arrivo a prevenire le sovratensioni dovute alla chiusura o all'apertura del circuito formato dall'autoinduzione di un trasformatore e dalla capacità del cavo. Esso inoltre è applicabile, a salvaguardia delle macchine e dei trasformatori, anche in impianti a linea aerea, purchè questa sia munita di scaricatori fra le fasi e si tenga conto della sua autoinduzione nel calcolo della resistenza.

Alcune case tedesche hanno introdotto negli ultimi anni, per importanti impianti ad alta tensione, interruttori muniti di speciali resistenze, che effettuano le manovre di inserzione e disinserzione in due tempi, ad es., la messa sotto tensione di un cavo, connettendolo dapprima alla sorgente in serie alle resistenze e chiudendo poi queste in corto circuito, come indica schematicamente la fig. 3.

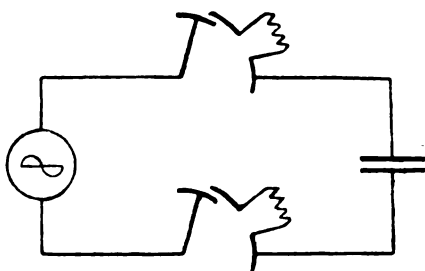



Fig. 3.

Anche con questo dispositivo sarebbero preferibili nelle due fasi della manovra resistenze di grandezza diversa. Infatti una resistenza elevata è atta a prevenire le sovratensioni nella prima fase, ma può dar loro adito nella seconda, perchè la sua disinserzione provoca una variazione no tevole nella tensione applicata al cavo. Una resistenza piccola invece, nel mentre è favorevole per la seconda parte della manovra, risulta di poco effetto nella prima. Senza entrare in maggiori particolari si intuisce la possibilità di scegliere una resistenza, che soddisfi parzialmente ai diversi requisiti, dando luogo nelle due fasi soltanto a leggere sovratensioni.

Simili interruttori di protezione, con resistenze opportunamente calcolate, si possono adoperare anche per linee aeree, e nelle stazioni ricevitrici per trasformatori importanti.

È chiaro il vantaggio che un tale dispositivo porta all'interruzione di un corto circuito, inquantochè la corrente viene dapprima ridotta di valore, e la corrente residua staccata in un circuito a forte smorzamento.

In impianti di grande potenza la corrente di corto circuito può

raggiungere però valori così elevati, che anche la sua interruzione in due tempi riesca di poca efficacia. In tali casi, allo scatto dell'interruttore di protezione, si può far precedere l'inserzione automatica di resistenza nel circuito di eccitazione. La grande autoinduzione di quest'ultimo rallenta l'azione della resistenza nel diminuire l'eccitazione, e quindi la corrente di corto circuito; sicchè il risultato è analogo a quello che produrrebbe l'inserzione graduale di resistenza nel circuito principale.

L'Industria saccarifera italiana [1]

L'industria dello zucchero di barbabietola ha raggiunto da parecchi anni anche in Italia una grande importanza sia economica che industriale, poichè si è arrivati a fabbricare tutto lo zucchero che noi consumiamo mediante un piccolo numero di potenti e moderni stabilimenti.

Questa industria si divide in due rami ben distinti: uno di essi consiste nella fabbricazione dello zucchero, estraendolo dalla bietola, l'altro nel raffinarlo.

In Italia, ove prima si faceva uso dello zucchero di canna e di quello di bietola proveniente dall'estero, precedette, si può dire, la raffinatura alla fabbricazione.

Sino al 1888 la lavorazione della bietola si ridusse a tentativi, mentre oggidì noi possediamo 29 fabbriche, 6 fabbriche-raffinerie, e 3 raffinerie, situate quasi tutte nella bassa valle del Po ove si trovano vaste coltivazioni di bietola, e cioè le prime ad Ostiglia, Ficarolo Po, Legnago, Lendinara, Cologna Veneta, San Bonifacio, Vicenza, Cavanella-Po, San Vito al Tagliamento, alla sinistra del Po; Savigliano, Spinetta-Marengo, Sarmato, Piacenza, Parma, Bazzano, Ferrara, Pontelagoscuro, Codigoro, Imola, Massalombarda, Forlì, Cesena, Mezzano e Classe fra la destra del Po e gli Appennini; Granaiolo e Montepulciano in Toscana; Foligno, Rieti e Napoli; le seconde a Pontelongo, Pontelagoscuro, Ferrara, Bologna, Senigallia ed Avezzano; le terze a Ferrara, Sampierdarena ed Ancona.

Le fabbriche sono attive solamente durante la cosidetta *cam-*

---

(1) Da un rapporto dell'ing. S. Brigatti del Circolo di Ispezione del Lavoro di Bologna.

pagna *bietolifera* o quel periodo di lavorazione abbastanza breve che da noi raggiunge difficilmente i 100 giorni; s'inizia agli ultimi di luglio od ai primi di agosto, eccezione fatta per pochissime fabbriche che, trovandosi dai 300 ai 700 metri sul livello del mare, usufruiscono di un raccolto in ritardo rispetto alle altre.

Le fabbriche con raffineria lavorano in coincidenza colle prime, ma alcune di esse prolungano di qualche tempo la raffinatura dello zucchero greggio fabbricato oltre il termine della lavorazione, mentre una sola di esse è attiva per tutto l'anno.

Le tre raffinerie funzionano ininterrottamente.

Altri stabilimenti hanno vita collegata a questa industria e sono le distillerie d'alcool dalle *melasse* (sottoprodotto della lavorazione), che trovansi generalmente accanto agli stabilimenti saccariferi stessi come, per esempio, a Sampierdarena, Pontelagoscuro, Cavanella, Avezzano, Napoli, anche se esercitate da ditte diverse da quelle degli zuccherifici.

Oggigiorno questi opifici dipendono tutti da Società anonime, mentre qualcheduno di essi nei primi anni di vita era di proprietà privata, quale lo zuccherificio di Pontelagoscuro del conte Luigi Gulinelli di Ferrara, costruito di sua iniziativa per lavorare le bietole dei propri possedimenti. Alcune di queste Società posseggono più di una azienda. Esse sono unite in *gruppi* e quasi tutte in una Unione Zuccheri che ha lo scopo di fissare i prezzi del prodotto per evitare la concorrenza.

Produzione della barbabietola. — L'agricoltura nazionale ebbe un grande vantaggio dalla rimunerativa coltivazione della barbabietola a scopo industriale, migliorando la rotazione agricola, l'allevamento del bestiame, le finanze degli agricoltori, le condizioni dei contadini e distruggendo in certe località la pellagra col sostituire la coltivazione del mais; pur tuttavia non tutti i nostri agricoltori hanno corrisposto con pari slancio per far prosperare, ove furono inizialmente impiantati, diversi zuccherifici che dovettero, per modo di dire, emigrare in zone migliori e più progredite; per questo si sono visti abbandonare quelli di Monterotondo e Cecina; Segni, portarsi a Napoli, San Giorgio di Nogaro ad Imola, ed ultimamente Cremona a Piacenza e qualche cosa di simile pare debba avvenire, come già si disse, di altri ancora che sono costretti ad intraprendere campagne stentate per difficoltà di approvvigionamento causate dalla mancanza delle bietole sul luogo, dalle comunicazioni, ecc.

La fabbrica distribuisce al coltivatore le sementi e fa anticipi in danaro in certa proporzione per le spese alle quali va incontro per l'aratura, per la semina, per la concimazione, ecc., ne ritira poi il prodotto pagando per contanti i saldi alle consegne, restituendo sino al terzo del peso consegnato in bietole, in *polpe* esaurite, residui di lavorazione. Come scorgesi, l'agricoltore può lavorare ed intraprendere la coltivazione con una certa sicurezza; egli, all'epoca del raccolto, è obbligato a consegnare periodicamente, e nei giorni fissati dall'amministrazione di fabbrica, quantità esatte in quintali del raccolto.

Dopo aver preparato il terreno con profonde arature e buone concimazioni, la bietola viene seminata verso il marzo; non richiede cure speciali ma solamente zappature e diradamenti sino alla sua maturazione, che comincia in luglio. All'estero essa giunge a maturazione più tardi a causa del clima più freddo; da noi, solo un zuccherificio ha la campagna coincidente con quella dell'estero, e cioè quello di Avezzano, che si trova a 700 metri sul livello del mare. Altri stabilimenti in ritardo, ma non di molto, sono quelli di Rieti, Savigliano, Foligno e Spinetta.

Da noi la bietola ha, in media, una ricchezza in zucchero del 14 % e l'80 di purezza; la migliore è quella del Fucino, povera quella dell'alto Veneto. Gli ettari coltivati sono circa 50,000 e la produzione per ettaro è in media di 300 quintali; nei terreni del Ravennate si è giunti a raccogliere oltre 500 quintali, mentre in altre regioni si è rimasti al disotto dei 180 quintali; il prezzo del quintale si aggira intorno a lire 2.50 e 3.

La semente è tutta di produzione estera, ma ora è sorta la Società Barbè, Marini e C. per confezionare un tipo di semente italiano.

La bietola da noi, a causa dei caldi enormi, va soggetta a deterioramenti, i quali fanno diminuire la sua percentuale in zucchero ed il suo grado di purezza; anche le pioggie le sono dannose, sia che essa trovisi in depositi, sia che essa sia sotto terra; è quindi conveniente fare riserve per pochi giorni onde non avere perdite considerevoli; per questo vedremo in seguito come molte delle nostre fabbriche abbiano aumentato la loro potenzialità per diminuire possibilmente i giorni di campagna.

Le bietole del 1910 sono state più ricche in zucchero di quelle degli anni passati perchè certe pioggie ed il caldo seguìto fecero sì che le piante si sviluppassero ancora dopo di esse pioggie.

L'art. 2.° del disegno di legge sugli zuccheri dà facoltà al Go-

verno di istituire una Stazione sperimentale di bieticoltura, il cui funzionamento sembra che si inizierà fra poco a Rovigo.

Appunti storici. — L'ingegnere Camillo Borgnino, direttore dello zuccherificio di Massalombarda, colla sua pregiata opera « Cenni storico-critici sulle origini dell'industria dello zucchero in Italia », ha dimostrato che « l'industria zuccheriera italiana non è una industria esotica trapiantata ed acclimatata fra noi, ma un'industria che ha nella storia del nostro paese radici antiche e profonde.... ».

Da quanto egli espone nella parte terza e quarta del suo libro, risulta che nell'aprile del 1811, dietro prescrizione dello Stato Napoleonico ed in conseguenza del blocco generale, ebbe origine la coltivazione della barbabietola da zucchero fra noi. Furono istituiti premi, distribuite gratuitamente le sementi e fatte anche pressioni per la fondazione di stabilimenti, ma, tuttavia, in quell'anno tutto si ridusse ad un semplice tentativo.

Nell'anno seguente la coltura aumentò, sorsero due fabbriche, delle quali però si ha solamente notizia di quella istituita presso il Deposito di Mendicità di Borgo San Donnino, ed all'Università di Parma si svolse un corso sulla fabbricazione dello zucchero di barbabietola.

Nel 1814, per la caduta di Napoleone, tutto si arrestò, e solamente 11 anni appresso, per iniziativa privata, e con non pochi sforzi, si tentava di far sorgere a Massalombarda (Ravenna) una fabbrica, ma senza risultato.

Il primo vero zuccherificio italiano fu quello di Sarno, in provincia di Salerno (1833-40), al quale seguì quello di Treviso, che era anche fornito di raffineria (1854) e che durò in vita per pochi anni.

Dopo parecchio tempo, e cioè nel 1872, si impiantarono altri due stabilimenti: uno a Cesa (provincia di Arezzo) e l'altro a Rieti; la fondazione di un terzo in Sardegna andò fallita. Subito dopo, nel 1873, sorse, per merito della vecchia Società Ligure-Lombarda, la raffineria di Sampierdarena allo scopo di raffinare lo zucchero greggio estero, e nel 1881, sempre sotto l'egida della medesima, si aprì a San Martino Buonalbergo una seconda raffineria.

Di tutti questi stabilimenti, eccettuate la raffineria di Sampierdarena e la fabbrica di Rieti, quasi non si sa che siano esistiti, e sino al 1887 si fu totalmente tributari dell'estero per la produzione.

Nel 1888, in seguito all'opera dell'agricoltore ed industriale Maraini, *il creatore dell'industria saccarifera italiana*, questa risorse a nuova vita. La fabbrica di Rieti, dopo esser passata in proprietà della Banca provinciale di Genova, dal suddetto industriale e coll'aiuto del principe Potenziani, facoltoso proprietario del piano reatino e grande coltivatore di bietole anche oggidì (al quale si deve la quasi totale provvigione di bietole per questa fabbrica), potè esser trasformata completamente e fornita del macchinario della casa costruttrice S. A. di costruzioni meccaniche già Breitfeld, Danėk & C.ie di Praga per lavorare 6000 quintali di bietole in 24 ore.

Nel 1891, sempre per iniziativa del Maraini, produceva anche la fabbrica di Savigliano, e quindi, dopo circa dieci anni, l'industria si sviluppò in brevissimo tempo, fondandosi nel 1899 e 1900 quasi tutti gli zuccherifici attuali.

I nostri stabilimenti sorsero più tardi di quelli di molte altre nazioni, ma essendo stati costruiti da case specialiste per apparecchi e macchinario e che non erano alle loro prime armi, e dopo tutti quei perfezionamenti suggeriti dall'esperienza presso le altre nazioni, ove l'industria ha un secolo di vita prosperosa e centinaia di stabilimenti (in quest'anno si festeggierà in Francia il centenario dell'industria), si è potuto trarre buon profitto, se non completamente, di molti insegnamenti, sia nel campo della tecnica che dell'economia. Tutti gli edifici furono costruiti appositamente, eccettuato quello di Savigliano, ove il materiale e gli apparecchi furono sacrificati nei locali di una ex-filanda di seta e distilleria di vinaccie, e quello di Senigallia, per la trasformazione della raffineria (già esistente dal 1884 per la lavorazione dello zucchero di canna o di bietola che veniva dall'estero) in fabbrica e raffineria nel 1897. Non così grandioso come quelli delle rimanenti fabbriche è l'edificio dello storico zuccherificio di Rieti a causa della sua età, delle modificazioni, degli ingrandimenti e delle particolarità aggiuntevi, quale l'impianto per la lavorazione delle melasse col metodo alla barite e quello elettrotermico di 1000 HP, quattro forni elettrici per la rigenerazione della barite stessa dal carbonato della dezuccherazione delle melasse.

(*Continua*).

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. SALDINI, *Gerente*.

MILANO — SOCIETÀ EDITRICE LIBRARIA — MILANO

Prof. GINO ZAPPA
della R. Scuola Superiore di Applicazione per gli Studi Commerciali
in Genova

LE VALUTAZIONI DI BILANCIO

con particolare riguardo ai bilanci delle

SOCIETÀ PER AZIONI

Se è vero che la concentrazione dei capitali costituisce una necessità imprescindibile per la produzione nella sua odierna organizzazione economica, se è vero che le società per azioni costituiscono ancora il più potente mezzo con cui quella concentrazione può estrinsecarsi, a niuno può sfuggire l'interesse di vitale attualità che l'argomento di questa pubblicazione presenta. La sua importanza pratica — e ne fanno fede i preziosi e numerosi richiami a disposizioni statutarie ed a bilanci di società per azizni — non isfuggì all'A., il quale volle sopratutto che l'opera sua potesse tornare utile a coloro che si danno all'attuazione pratica dell'arduo problema delle valutazioni, tanto fecondo di questioni tecniche e giuridiche Nel contempo però l'A. non dimenticò di indugiarsi ad esaminare con criteri scientifici il copioso materiale, che, nella soggetta materia, la dottrina sparse in trattazioni italiane e straniere.

Premessa una breve *introduzione* diretta a chiarire il contenuto del bilancio ed a comporre la trama sulla quale la susseguente trattazione è intessuta, l'A esamina succintamente nella *prima parte* le disposizioni che le principali legislazioni contengono in materia di valutazioni d'inventario. La *seconda parte* tratta della valutazione in generale: qui è correttamente enunciato in tutta la sua interezza il principio dell'omogeneità per ciò che s'attiene all'assegnazione dei valori d'inventario: qui tra l'altro è largamente studiata la dibattuta questione degli scopi del bilancio, e sono poste in evidenza le gravi conseguenze di una deficienza che si riscontra nel nostro codice di commercio, il quale mentre impone agli amministratori di società per azioni di porre in chiara evidenza mediante il bilancio « gli utili realmente conseguiti e le perdite sofferte », non dice quando mai possa credersi che i bilanci abbiano raggiunto lo scopo voluto. Passa quindi l'A., sempre nella seconda parte, a ricercare tra gli innumeri procedimenti seguiti dai pratici o suggeriti nel controverso campo delle discipline amministrative, un complesso di principii e di norme che possa servire di traccia nel segnare la via che i compilatori dei bilanci debbono seguire per raggiungere i fini prescritti dalla legge: notevoli la discussione del criterio dei prezzi correnti e l'esauriente trattazione riflettente l'ammortamento del patrimonio immobilizzato. Nella *terza parte* si dice secondo quali norme si procede in effetto, secondo quali si dovrebbe procedere nella valutazione dei principali elementi reali di un patrimonio particolare: fra i più interessanti paragrafi facciamo notare quelli riguardanti la valutazione delle macchine, la valutazione dell'avviamento e delle spese di impianto, la valutazione dei valori mobiliari. Segue la *parte quarta* che ha per oggetto la valutazione del netto patrimoniale e delle sue quote ideali: i chiarimenti intorno all'essenza, tanto di frequente mal compresa, del netto patrimoniale, l'accurato studio delle riserve nei diversi aspetti sotto i quali esse possono essere considerate, ci pare meritino anche in questo breve cenno speciale menzione. Una serrata *conclusione* chiude il libro con l'enunciazione delle modificazioni che l'A. suggerisce alle disposizioni portata attualmente dal nostro codice di commercio in materia di formazione di bilanci.

Tale l'organico contenuto dell'opera che non passerà inosservata alla dottrina, e che la nostra Società affida fiduciosa a quei molti, che prendono parte alla formazione ed alla revisione di bilanci anzi all'amministrazione di imprese commerciali, e che di essa amministrazione debbono oppur vogliono rendersi ragione.

Un volume in-8 di pagine XXII-*230* — L. 6.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 22 (*pag.* I-XII *di pubbl.*) 30 Novembre 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in 8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Nota intorno al calcolo dei ponti a mensola (cantilever) a giunzione centrale

Ing. CESARE CHIODI

(Colla tav. 1).

Una trave continua a quattro appoggi con una sola cerniera nella campata centrale rappresenta, quando il carico è distribuito in modo asimmetrico o quando non è simmetrica la disposizione degli appoggi, una struttura staticamente indeterminata.

L'incognita iperstatica — unica in questo caso — è appunto la reazione verticale X, che, per effetto della cerniera, le due mezze travi mutuamente si trasmettono.

La determinazione di questa incognita si può ottenere ricorrendo allo studio della linea elastica del sistema.

Consideriamo la trave a 4 appoggi $A\ B\ D\ E$ (v. fig. 1) con una cerniera in C: supponiamo soppresso il vincolo della cerniera, ridotte a zero tutte le forze esterne ed applicata alla mezza trave $A\ B\ C$ in C una unica forza $X = -1$, diretta verso il basso.

Il diagramma momenti per la mezza trovata di sinistra, in questa ipotesi di carico, è rappresentata dal triangolo di altezza $-1\ l_2$ tonn. m.

Ragionando analogamente per la semi-travata di destra $C\ D\ E$, nell'ipotesi di carico unitario $X = 1$, il diagramma momenti sarà dato dal triangolo di altezza $+1\ l_3$ tonn. m.

Dal diagramma momenti, assunto come diagramma di carico, si può — mediante la nota costruzione della funicolare di base EI, essendo I il momento di inerzia della travata che si studia ed E il coefficiente di elasticità del materiale di cui è composta – passare al tracciamento delle due linee elastiche $A\ B\ C'$ e $C''\ D\ E$ secondo cui si disporranno indipendentemente le due mezze travi nelle ipotesi di carico unitario viste (v. fig. 1).

La stessa linea per il noto principio di reciprocità varrà a darci

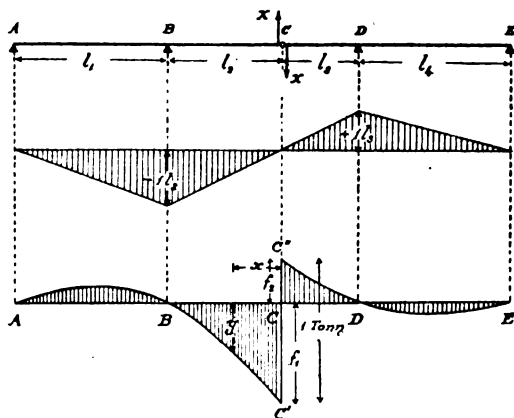



Fig. 1.

la linea di influenza dei cedimenti del punto C per lo spostarsi del carico — 1 sulla metà trave di sinistra (ed analogamente per la metà trave di destra) *quando si supponga tolto il vincolo della cerniera.*

In altri termini ogni ordinata y della nostra linea rappresenta, nella scala adottata per le frecce, in grandezza e direzione il cedimento che si verifica nell'estremo C per effetto di un carico unitario insistente sulla ascissa x corrispondente.

Essendosi supposte le due parti $A\ B\ C$ e $C\ D\ E$ indipendenti, quando il carico unitario si trova in un punto di ascissa x a sinistra della cerniera, lo spostamento dell'estremo C considerato come appartenente al tronco $A\ B\ C$ sarà dato dal valore e dal segno della corrispondente ordinata y, mentre lo spostamento dello stesso C, considerato come appartenente al tronco $C\ D\ E$ è nullo. Il vincolo della cerniera ha invece per effetto di rendere solidali le due mezze travi e quindi di ottenere che le due parti abbiano in C lo stesso spostamento, e l'ufficio statico di questo vincolo, ossia la mutua reazione che per mezzo suo le due travi

si trasmettono in C si può supporre rappresentata da due forze X uguali e contrarie agenti sull'estremità delle due mensole in modo che se la cerniera reagisce sulla $A\ B\ C$ con una forza X applicata in C e diretta verso l'alto, la $C\ D\ E$ subirà la stessa reazione in senso inverso.

Dalla linea di influenza dei cedimenti y di C rileviamo che per effetto della forza 1, applicata su $A\ B\ C$ in C e supposta positiva se diretta verso l'alto, C si innalzerà della quantità f_1. La stessa forza agendo in senso inverso su $C\ D\ E$ produce l'abbassamento f_2: — le due nuove forze X e $-X$, che noi immaginiamo di introdurre, applicate in C produrranno quindi proporzionalmente i rispettivi spostamenti $X\ f_1$ e $X\ f_2$.

Applicando ora al nostro caso la nota espressione generale (1)

$$\delta = \Sigma\ P_m\ \delta_m - X\ \delta_a + \delta_t + \delta_w$$

che dà il cedimento effettivo δ di un punto C della trave nella direzione della forza X in funzione delle forze esterne P_m, della incognita iperstatica X, dei cedimenti δ_m ottenuti nella ipotesi di carico $P_m = 1$, dei cedimenti δ_a dovuti all'ipotesi di carico $X = -1$, dell'influenza δ_t della variazione t di temperatura e dell'influenza δ_w degli spostamenti degli appoggi — avremo che per il punto C, considerato come appartenente al semitronco di sinistra (potendosi per le disposizioni costruttive ottenere $\delta_t = 0$ e $\delta_w = 0$, ed essendo le P_m ridotte alla sola forza unitaria e quindi $\Sigma\ P_m\ \delta_m = 1\ y$ e $X\ \delta_a = X\ f_1$) la formola generale si ridurrà alla

$$\delta_1 = y - X\ f_1.$$

Il cedimento dello stesso tronco C, considerato come appartenente al semitronco di destra, essendo in questa parte la $P_m = 0$ è

$$\delta_2 = X\ f_2.$$

Ma il vincolo della cerniera (ossia la introduzione delle due forze X) vuole che sia $\delta_1 = \delta_2$ ossia

$$y - X\ f_1 = X\ f_2$$

e quindi

$$X = \frac{y}{f_1 + f_2} = \frac{y}{f}.$$

(1) Vedi Müller Breslau, *Die neueren Methoden der Festigkeitslehre*, 1904, pag. 203 e segg.

Questa espressione $X = \frac{y}{f}$ — essendo f una costante per ciascun ponte che si considera — dice che le variazioni di X collo spostarsi del carico unitario di 1 tonn. sulla trave sono rappresentate dalla stessa legge di y e quindi *la linea y disegnata è pure linea di influenza di X* nella scala f cm. = 1 tonn.; o in altre parole il rapporto $\frac{y}{f}$ fra le due grandezze y ed f, lette per esempio in cm., starà a rappresentare in tonnellate il valore della reazione X che le due semitravi mutuamente si trasmettono in X per ogni corrispondente posizione del carico mobile di 1 tonn. sulla trave.

In particolare se in luogo della forza mobile 1 fino qui considerata supponiamo in una sezione m concentrato un peso P_m avremo corrispondentemente

$$X_m = P_m \frac{y_m}{f}$$

e per un treno di pesi

$$X = \Sigma X_m = \Sigma P_m \frac{y_m}{f}$$

e per un carico uniforme p, quando sia nota la funzione $y = \varphi(x)$ ossia l'andamento della linea x

$$X = \frac{p}{f} \int \varphi(x) dx.$$

Resta per tal modo risolta l'indeterminazione statica del problema, perchè, disegnata, come si è visto, la linea di influenza della X, è sempre possibile in ogni determinata ipotesi di carico ricavare il valore di X, e quindi introducendo questa nuova forza insieme alle esterne, ricavare, anche per pura via grafica, tutti gli elementi necessari al calcolo della trave e cioè reazioni di appoggio, momenti flettenti, sforzi di taglio.

Qualche maggiore semplificazione di calcolo si può avere prendendo in considerazione le linee di influenza di altri elementi statici, come si fa qui in seguito.

⁂

Linea di influenza della reazione in A — (1) (v. fig. 2, diagramma I). — Se si fa astrazione dalla cerniera la linea di influenza della reazione R_A è rappresentata dalla spezzata $A' \, B \, C''' \, C \, D \, E$, essendo $A \ A^1 = 1$ tonn.

Lo spostarsi della forza mobile unitaria produce in realtà — come abbiamo visto — in C la reazione X che a sua volta svilupperà in A una reazione supplementare $X \frac{l_2}{l_1}$, ossia una forza che ha per linea di influenza la *linea* X stessa ma letta nella scala 1 tonn. $= f \frac{l_1}{l_2}$ cm. in luogo della scala originaria 1 tonnellata $= f$ cm.

La linea di influenza complessiva della R_A risulterà dalla sovrapposizione delle due linee $A' \, B \, C''' \, C \, D \, E$ e $A \, B \, C' \, C'' \, D \, E$, ma sic-

(1) Vedi per questa ricerca anche L. DESCANS, *Le problème des forces mobiles*, Bruxelles, 1905.

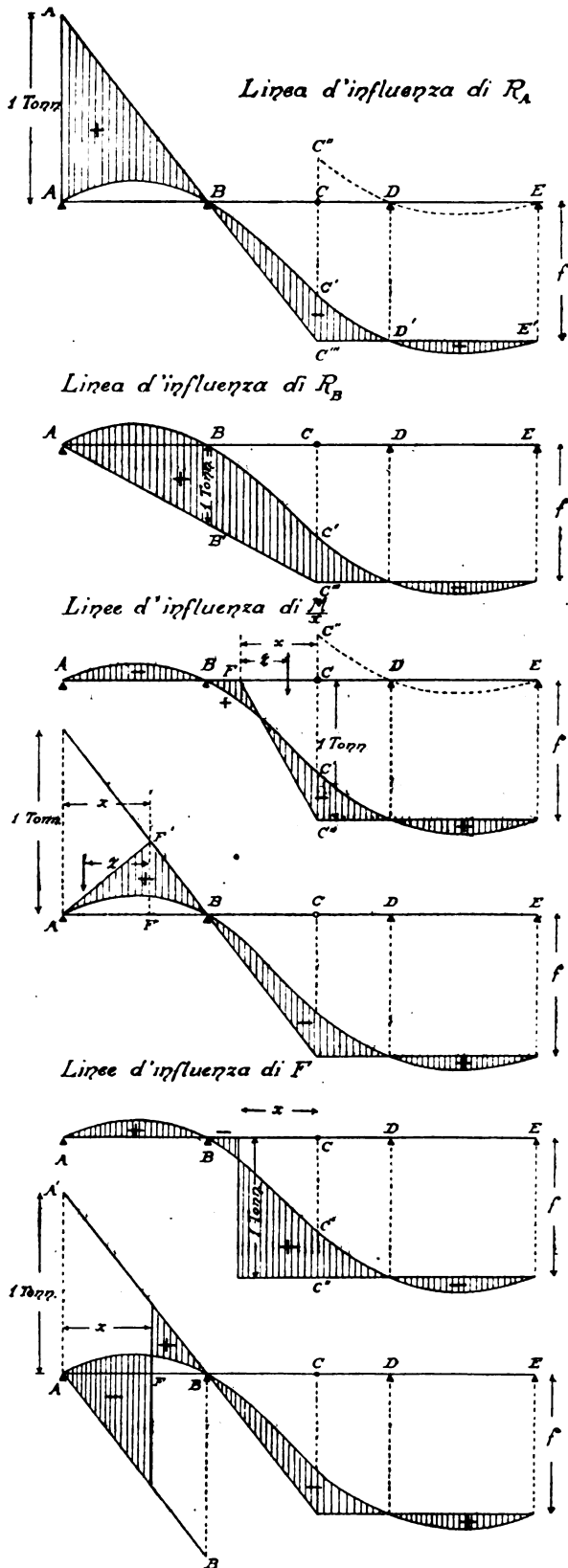



Fig. 2.

come per sovrapporre le due linee occorrerà rappresentarle nella nella stessa scala, basterà che noi tracciamo anche la $A' B C'' C D E$ nella scala 1 tonn. $= f \frac{l_1}{l_2}$ cm. ossia facciamo $A A' = \frac{l_1}{l_2} f$ cm.

Si avrà allora in particolare che essendo $C C''' = A A' \frac{l_2}{l_1}$ ossia $C C''' = f$ e $C C' = f_1$ anche $C' C''' = C C'' = f_2$. Si potrà quindi disegnare il diagramma relativo alla porzione di trovata $C D E$, riportandolo parallelamente a sè stesso in $C' D' E'$ (v. fig. 2, diagramma I).

Le ordinate della linea di influenza della R_A saranno date dalle verticali intercettate fra i due contorni della superficie tratteggiata, assunte con valori negativi o positivi come è indicato nella figura.

La semplice ispezione della linea di influenza ci permette di valutare, nei modi noti, per ogni determinato sistema di carichi il corrispondente valore di R_A ed in particolare di indurre immediatamente quali sono le ipotesi di carico atte a produrre i massimi e i minimi di R_A.

Linea di influenza della reazione in B (v. fig. 2, diagramma II). — Con ragionamento identico al precedente è facile vedere che, se si suppone tolta la cerniera, la linea di influenza della R_B è rappresentata dalla spezzata $A B' C''' C D E$ in cui $B B' = 1$; ma per l'esistenza della cerniera si viene a creare la forza X in C, che a sua volta produce su B un effetto misurato da $- X \frac{l_1 + l_2}{l_1}$ ossia una forza che ha ancora per linea di influenza la *linea* X, salvo la debita variazione delle scale, ossia assumendo in questo caso 1 tonn. $= \frac{l_1}{l_1 + l_2} f$ cm. in luogo della scala originaria 1 tonn. $= f$ cm.

La linea di influenza complessiva della R_B risulterà dalla sovrapposizione dei due diagrammi, avendo però sempre l'avvertenza di rappresentarli nella stessa scala per il che basterà che noi disegniamo anche la $A B' C''' C D E$ nella scala 1 tonn. $= \frac{l_1}{l_1 + l_2} f$ cm. ossia facciamo $B B' = \frac{l_1}{l_1 + l_2} f$ cm.

Si avrà allora in particolare che essendo $C C''' = B B' \frac{l_1 + l_2}{l_1}$

ossia $C\,C''' = f$ e $C\,C' = f_1$ anche $C'\,C''' = C\,C'' = f_2$ e quindi la linea potrà essere rappresentata come in figura.

Le ordinate della linea di influenza di R_B sono date perciò dalle verticali intercette fra i contorni della superficie tratteggiata in figura assunte con segno positivo o negativo come ivi è indicato, ed al solito in base a questa linea di influenza sarà possibile prevedere le ipotesi di carico atte a produrre le massime R_B.

Linee di influenza delle reazioni in D e in E. — Con ragionamento identico ai precedenti è facile riconoscere l'andamento delle due nuove linee, la costruzione delle quali si rende necessaria per il calcolo solo quando la distribuzione degli appoggi non è simmetrica rispetto alla cerniera.

Linea di influenza della espressione $\frac{M}{x}$ in una sezione del tronco l_2 alla distanza x della cerniera C (v. fig. 2, diagramma III). — Se la forza unitaria ipotetica è esterna al tratto x il momento in x sarà dato da

$$M = X\,x \quad \text{e quindi} \quad \frac{M}{x} = X = \frac{y}{f}$$

e quindi la nostra linea X è anche linea di influenza dei valori $\frac{M}{x}$, colle medesime convenzioni di scala.

Se la forza unitaria cade internamente ad x ad una distanza z della sezione.

$$M = X\,x - 1\,z \quad \text{e quindi} \quad \frac{M}{x} = X - 1\,\frac{z}{x}$$

in cui il valore $X - 1\,\frac{z}{x} = \frac{y}{f} - 1\,\frac{z}{x}$ altro non è che la distanza verticale θ dei punti della *linea* X da una retta uscente da F e tracciata in modo che la intercetta sulla verticale in C sia uguale ad 1 tonn., ossia (essendo per costruzione $C\,C''' = f = 1$ tonn.) dalla retta $F\,C'''$. Quindi

$$M = x\,\theta \quad \text{ossia} \quad \frac{M}{x} = \theta$$

e per un treno di pesi P avremo come sempre

$$\frac{M}{x} = \Sigma\,P\,\theta.$$

Per quanto si è detto la scala da adottare per la lettura dei valori θ è la medesima che serve per i valori X.

Avremo poi in particolare che essendo $C\,C''' = f$ e $C\,C' = f_1$ anche $C'\,C'' = f_2$ e quindi il diagramma relativo alla porzione di travata alla destra della cerniera può essere disegnato come in figura riportandolo parallelamente a sè stesso.

Linea di influenza dell'espressione $\frac{M}{x}$ per una sezione del tronco l_1 ad una distanza X da A (v. fig. 2, diagramma IV). — Riportiamoci alla linea di influenza sopra disegnata per la reazione R_A. Se la forza unitaria mobile è esterna al tronco x

$$M = x\,R_A \quad \text{ossia} \quad \frac{M}{x} = R_A$$

e quindi la medesima linea di influenza della R_A serve per la $\frac{M}{x}$ colle stesse convenzioni di scala.

Se la forza unitaria è interna al tronco x

$$M = x\,R_A - 1\,z \quad \text{ossia} \quad \frac{M}{x} = R_A - 1\,\frac{z}{x}$$

si tratta quindi di sottrarre dai valori di R_A le ordinate di una retta uscente dal punto F e di intercetta 1 sulla $A\,A'$.

Ma per costruzione nel tracciare la linea di influenza della R_A essendosi fatto $A\,A' = 1$, la retta cercata sarà la $A'\,F$.

Sarà poi indifferente in luogo del triangolo $A\,A'\,F$ considerare l'altro $A\,A'\,F'$.

La linea di influenza della $\frac{M}{x}$ cercata sarà quindi individuata dalle ordinate verticali intercettate fra i contorni del diagramma tratteggiato in figura e lette nella scala R_A colle convenzioni di segno indicate.

Linea d'influenza degli sforzi di taglio in una sezione del tronco l_2 alla distanza x della cerniera (v. fig. 2, diagramma V). — Se il carico unitario è esterno ad x lo sforzo di taglio in x sarà uguale alla reazione X e quindi la linea di influenza degli sforzi di taglio F è rappresentata dalla stessa linea X colle medesime convenzioni di scala in tutta la porzione di ponte esterna al tratto x.

Se la forza $P = 1$ si muove internamente al tronco x lo sforzo tagliante in x sarà per ogni posizione di P

$$F = X - 1$$

ossia dovremo, per tutto il tratto x sottrarre dalle ordinate della linea di influenza della X una quantità costante uguale ad 1 tonn. e siccome nella convenzione di scala adottata 1 tonn. $= f$, basterà perciò assumere come nuova linea di riferimento l'orizzontale passante per C''.

La linea di influenza complessiva dello sforzo di taglio in x sarà perciò individuata dalle ordinate intercette fra i contorni della superficie tratteggiata, letta nella scala già adottata per la X.

Linea di influenza degli sforzi di taglio in una sezione del tronco l_1 alla distanza x da A (v. fig. 2, diagramma VI). — Disegnata al solito la linea di influenza della R_A, se il carico $P = 1$ si trova esterno ad x lo sforzo di taglio in x sarà eguale ad R_A quindi per tutta la porzione di ponte alla destra di F la linea di influenza cercata coincide colla linea di influenza della R_A che già sappiamo disegnare.

Se il carico 1 è invece interno al tronco x lo sforzo di taglio in x sarà

$$F = R_A - 1$$

ossia dovremo per il tratto x sottrarre dalle ordinate della linea di influenza della R_A una quantità costante $= 1$.

Ciò si ottiene facilmente dal grafico assumendo come nuova linea di riferimento una nuova linea $A\,B'$ parallela alla $A'\,B$ e tale che appunto per costruzione $A\,A' = B\,B' = 1$ tonn.

La linea di influenza complessiva dello sforzo di taglio in x sarà perciò individuata dalle ordinate intercette fra i contorni della superficie tratteggiata, lette nella scala già adottata per la R_A.

Linea di influenza dei cedimenti effettivi della cerniera (vedi fig. 3). — La forza unitaria spostandosi sulla parte $A\,B\,C$ del ponte, supposta indipendente dalla $C\,D\,E$, determina degli abbassamenti di C individuati dai valori y (v. fig. 1).

A causa della reazione dell'altro tronco queste frecce si riducono al rapporto $\frac{f_2}{f_1 + f_2}$.

Analogamente per il tronco di destra il rapporto di riduzione sarà $\frac{f_1}{f_1 + f_2}$.

Si può così senz'altro disegnare la linea di influenza dei cedimenti effettivi.

Dall'andamento della linea si vede subito che il cedimento

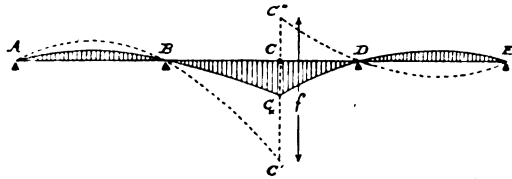



Fig. 3.

massimo di *C* si otterrà caricando tutta e solo la parte *B D* e l'innalzamento massimo caricando simultaneamente *A B* e *C D*.

Le ordinate della linea di influenza andranno lette nella stessa scala in cui sono rappresentate le y.

***

Applicazione (v. la tavola I). — Per risolvere alcune difficoltà di ordine pratico riteniamo opportuno dare l'esempio di calcolo di una trave continua a tre luci con cerniera nella campata centrale e disposizione simmetrica rispetto alla cerniera.

Siano i dati generali:

$l_1 = 40{,}00$ m. $\quad 2\, l_2 = 60{,}00$ m. $\quad l_3 = 40{,}00$ m.
$p =$ (carico accidentale) $= 1{,}5$ tonn. al m. di trave
$q =$ (carico permanente) $= 1$ tonn. al m. di trave.

***

La prima operazione di calcolo consiste nel tracciamento della *linea X*, e per questa ricerca occorrerebbe conoscere *a priori* — come si è visto — il valore *E I*, ossia il valore di *I* momento

di inerzia e la sua legge di variazione nei vari punti della trave, il che non ci è possibile fino a calcolo eseguito delle dimensioni delle membrature.

Si potrebbe in una prima ipotesi supporre I costante, ed in tal caso la conoscenza *a priori* del suo valore assoluto non è indispensabile, perchè nel tracciamento del poligono funicolare la base $E I$ costante potrà essere indifferentemente rappresentata da un segmento qualunque, il cui valore scalare non ha effettivamente influenza nel calcolo, essendo in seguito ogni criterio di scala ricavato unicamente per confronto col segmento $C C'' = f$ ed indipendentemente dal valore assoluto della base $E I$ (astrazione fatta della linea di influenza dei cedimenti effettivi per la quale è indispensabile la esatta conoscenza di I).

L'ipotesi di I costante non sarebbe però nel nostro caso giustificata data la forma imitante quella dei ponti sospesi che per ragioni di estetica si è creduto di assegnare al profilo della trave.

In queste condizioni è più logico, poichè è $I = 2\,\omega \left(\frac{h}{2}\right)^2$ — ponendo ω l'area di ciascuna briglia ed h l'altezza variabile della parete — pensare che la ω si mantenga costante (ciò che in pratica si cerca di ottenere effettivamente) e che quindi il valore di I varii secondo i quadrati di h.

Anche in questa ipotesi non importa per lo sviluppo della maggior parte dei calcoli di conoscere *a priori* i valori assoluti effettivi di $E I$, ma basterà sapere che in ogni sezione della trave $E I$ è proporzionale ad h^2.

Ciò premesso, supposto applicato in C il carico di 1 tonn, e disegnato per la mezza trave (supposta indipendente dal vincolo della cerniera) il diagramma momenti relativo che ha un'ordinata massima di 30 tonn. in B, si sono divisi tanto la travata quanto il diagramma in tronchi di m. 10,00 secondo le ascisse, per ciascuno dei quali tronchi si sono trovati i valori A_1, A_2, $A_3 \ldots . A_7$ delle aree momenti, e i valori h_1, h_2, h_3, $\ldots h_7$ delle altezze medie della parete.

Connettendo il sistema di forze, A_1, A_2, A_3, . . . con un poligono funicolare di base variabile secondo i valori h_1^2, h_2^2, h_3^2, . . . si è costruita la spezzata che ha permesso di ricavare la curva $A\, B\, C'\, C\, C''\, D\, E$, ossia la *linea X*.

Per quanto è noto la scala che serve per la lettura dei valori di X è di 1 tonn. $= C' C''$ cm.

Dopo di ciò è facile disegnare le altre sei linee di influenza necessarie per il calcolo ossia:

1) Linea di influenza della R_B
2) » » » R_A
3) » » » $\frac{M}{x}$ per il tronco l_2
4) » » » $\frac{M}{x}$ » » l_1
5) » » » F » » l_2
6) » » » F » » l_1

per ognuna delle quali saranno da adottarsi le convenzioni di scala chiaramente indicate nelle figure.

Diagrammi dei massimi momenti. — (v. la tavola).

A) Carico permanente. — Per il carico permanente uniformemente distribuito si può facilmente disegnare il diagramma momenti.

Per la simmetria del carico e degli appoggi ogni indeterminazione statica è in questo caso eliminata e ciascuna metà del ponte funziona come trave appoggiata in due punti A B (o D E) e con un braccio B C (o D C) a mensola.

Il massimo momento negativo in B è allora

$$- M_1 = - q \frac{l_2^2}{2} = 450 \text{ t. m.}$$

ed il tracciamento del diagramma parabolico si farà colle solite regole.

Il diagramma momenti per questo caso è indicato in figura colla lettera y_1.

B) Carico accidentale.

1) *Momenti massimi positivi* (*Mass* $+ M_2$).

a) *Campata a mensola* — Dalla linea di influenza della $\frac{M}{x}$ si deduce che l'ipotesi di carico atta a creare i *Mass* $+ M_2$ in una sezione generica alla distanza x da C è quella data dallo schema I della tavola. Sapendo che $p = 1{,}5$ tonn. al m. l. e valutando per ogni valore assunto di x le aree di influenza del diagramma $\frac{M}{x}$ affette da segno $+$ si sono ricavati i valori massimi

di $+\frac{M}{x}$ per le singole sezioni e quindi i valori di M che sono qui registrati:

per $x =$ m. 30,00	$+ M_2 =$ 76,00	t. m.
» = » 28,00	» = 72,25	»
» = » 25,00	» = 70,25	»
» = » 20,00	» = 73,20	»
» = » 15,00	» = 76,50	»
» = » 10,00	» = 69,20	»
» = » 5,00	» = 46,60	»
» = » 0.00	» = 0,—	»

b) *Campata di sponda.* — Le ipotesi di carico atte a creare i *massimi* $+ M_2$ nelle singole sezioni di questa campata sono diverse a seconda che si tratta di sezioni appartenenti alla parte centrale e di sinistra della campata, o di sezioni prossime all'appoggio B. Per le prime si ha l'ipotesi di carico indicata dallo schema II. Valutati perciò in base alla linea di influenza i valori $\frac{M}{x}$ per ogni sezione alla distanza x da A e tenuto presente che $p = 1,5$ tonn. si ricava

per $x =$ m. 0,—	$+ M_2 =$ 0,—	t. m.
» = » 5,00	» = 130,00	»
» = » 10,00	» = 225,00	»
» = » 20,00	» = 300,00	»
» = » 30,00	» = 225,00	»
» = » 35,00	» = 130,00	»

Per le sezioni molto prossime all'appoggio B l'ipotesi di carico è del tipo di quella riportata nello schema VI ossia dovranno trovarsi simultaneamente caricate la porzione $D\,E$ ed un certo tratto della $B\,A$, a partire da B, come chiaramente risulta in ogni caso della linea di influenza, con perfetta analogia con quanto si verifica per le travi continue senza cerniera, per cui non riteniamo necessario dare la dimostrazione, rimandando lo studioso, per gli opportuni confronti a quella teoria. Si ricorda pertanto che

per $x =$ m. 40,00	$+ M_2 =$ 76,00	t. m.
» = » 38,00	» = 60,80	»
» = » 35,00	» = 130,00	»

La riunione dei diagrammi così tracciati per punti tanto nella campata a mensola che in quella di sponda e distinti in figura colla lettera y_2, dà l'andamento del diagramma complessivo dei ($Mass + M_2$) per il mezzo ponte.

2) *Momenti massimi negativi* ($Mass - M_3$).

a) *Campata a mensola*. — Per produrre in una determinata sezione alla distanza x da C il massimo momento negativo occorre applicare alla travata (come si ricava dall'ispezione della linea $\frac{M}{x}$) un carico come quello dello schema III, ossia complementare dell'altro che in x produce il massimo positivo.

Valutando allora le corrispondenti aree di influenza $-\frac{M}{x}$, ed osservando sempre essere $p = 1,5$ tonn., si ricava:

per $x =$ m. 30,00	$- M_3$	$=$ 751,00	t. m.
» $=$ » 20,00	»	$=$ 361,00	»
» $=$ » 10,00	»	$=$ 106,00	»
» $=$ » 5,00	»	$=$ 49,00	»
» $=$ » 0,—	»	$=$ 0,—	»

b) *Campata di sponda*. — Le ipotesi di carico più pericolose per ogni sezione sono distinte a seconda che si tratta di sezioni appartenenti all'estremo di sinistra (A) ed alla parte centrale della campata, o di sezioni prossime all'appoggio B.

Per le prime l'ipotesi di carico più pericolosa è quella indicata dallo schema IV e per queste si ricava

per $x =$ m. 0,—	$- M_3$	$=$ 0,—	t. m.
» $=$ » 10,00	»	$=$ 168,75	»
» $=$ » 20,00	»	$=$ 337,50	»
» $=$ » 30,00	»	$=$ 506,25	»

ossia il diagramma ha l'andamento di una retta.

Per le sezioni molto prossime all'appoggio B l'ipotesi di carico più pericolosa è del tipo di quella indicata dallo schema VIII, ossia dovranno trovarsi simultaneamente caricate la porzione di ponte $B\ C\ D$ ed un certo tratto della $A\ B$, a partire da A, la cui lunghezza si ricava dall'esame della linea d'influenza $\frac{M}{x}$. Si ricava quindi che

per $x =$ m. 40,00	$- M_3$	$=$ 751,00	t. m.
» $=$ » 28,00	»	$=$ 664,00	»
» $=$ » 35,00	»	$=$ 590,00	»

La riunione di tutti i punti così ottenuti dà l'andamento complessivo del diagramma, distinto colle lettere y_3, dei ($Mass - M_3$) per il mezzo ponte.

C) Massimi momenti totali positivi e negativi, dovuti tanto al carico permanente quanto all'accidentale.

Si ottengono coll'addizione algebrica dei momenti dovuti al carico permanente g (curva y_1) rispettivamente coi massimi momenti dovuti al peso p (curve y_2 e y_3.

Indicando perciò con M_4 i massimi totali positivi avremo

$$M_4 = M_1 + M_2$$

e con M_5 i massimi totali negativi

$$M_5 = M_1 + M_3$$

e le due curve sono distinte in figura rispettivamente colle lettere y_4 e y_5.

Come risultato finale ed importante avremo che il momento in una sezione qualunque della travata può oscillare fra i due limiti determinati dalle ordinate delle linee y_4 e y_5.

Considerando i tratti di trave contenuti fra le verticali passanti per i punti di intersezione di quelle linee colla fondamentale $A\ B\ C$, si verranno ad individuare i tronchi nei quali il momento non cambia mai segno e quelli dove subisce variazioni dal + al —; in corrispondenza si avranno regioni nelle quali le briglie lavorano sempre allo stesso genere di sforzi, ed altre nelle quali si alterna la tensione alla compressione.

Se si fa astrazione del segno dei momenti portando tutte le ordinate delle curve y_4 e y_5 al disopra di $A\ B\ C$ si ottiene come inviluppo la linea dei *massimi momenti assoluti* nelle varie sezioni (rappresentata nell'ultima figura della tavola) che riesce particolarmente utile per lo studio, con procedimenti identici a quelli delle travi semplici, delle dimensioni delle briglie e della distribuzione delle lamiere.

Diagrammi dei massimi sforzi di taglio.

A) Carico permanente.

In questo caso di uniforme e simmetrica distribuzione del carico, si ricavano immediatamente, essendo $g = 1$ tonn. al m. l., i seguenti valori

in A	$F =$	$+\ 8,7$	tonn.
in B	» $=$	$\begin{cases} -31,30 \\ +30,00 \end{cases}$	» »
in C	» $=$	0,—	»

ed il diagramma dato da tronchi rettilinei è distinto in figura colla lettera z_1.

B) Carico accidentale.

1) ***Massimi taglianti positivi*** (*Mass* + F_2).

a) *Campata a mensola.* — Dalla linea di influenza di F si ricava che l'ipotesi di carico più sfavorevole è quella dello schema V, per la quale si hanno coi soliti metodi i valori

per x =	m. 30,00	+ F_2 =	47,50 t.
» =	» 20,00	» =	32,25 »
» =	» 10,30	» =	21,30 »
» =	» 0,—	» =	12,20 »

b) *Campata di sponda.* — L'ipotesi di carico più sfavorevole è quella dello schema VI e per essa si ha in ogni singola sezione

per x =	m. 0,—	+ F_2 =	30,00 t.
» =	» 10,00	» =	19,12 »
» =	» 20,00	» =	8,76 »
» =	» 30,00	» =	3,60 »
» =	» 40,00	» =	1,90 »

La riunione delle due linee distinte in figura colla lettera z_2 dà l'andamento del diagramma complessivo dei (*Mass* + F_2).

2) ***Massimi taglianti negativi*** (*Mass* — F_3).

a) *Campata a mensola.* — Colle solite considerazioni è facile vedere che l'ipotesi di carico più gravosa è quella dello schema VII complementare di quella dello schema V, ed i valori risultano

per x =	m. 30,00	— F_3 =	2,54 t.
» =	» 20,00	» =	3,34 »
» =	» 10,00	» =	6,29 »
» =	» 0,—	» =	12,20 »

b) *Campata di sponda.* — Anche in questo caso adottando la disposizione di carico complementare di quella che ci ha servito per i massimi positivi, ossia quella dello schema VIII complementare dello schema VI, ricaviamo i valori cercati

per x =	m. 0,—	— F_3 =	17,00 tonn.
» =	» 10,00	» =	18,96 »
» =	» 20,00	» =	25,33 »
» =	» 30,00	» =	35,06 »
» =	» 40,00	» =	48,79 »

Il diagramma complessivo dei (*Mass* — F_3) è distinto in figura colla lettera z_3.

C) Massimi sforzi taglianti totali positivi e negativi dovuti tanto al carico accidentale quanto al permanente.

Analogamente a quanto si è fatto pei momenti si ricavano le ordinate F_4 e F_5 dei massimi positivi e negativi degli sforzi taglianti per il carico simultaneo p e g dalle somme algebriche

$$F_4 = F_1 + F_2 \qquad F_5 = F_1 + F_3$$

I diagrammi corrispondenti indicati in figura colle lettere z_4 e z_5 dànno i limiti entro i quali oscillano gli sforzi taglianti massimi possibili nelle diverse sezioni ed è facile dedurre i tronchi nei quali il segno dello sforzo tagliante è costante e quelli in cui esso cambia.

Da questi diagrammi coi soliti metodi noti si ricavano tanto nel caso che il profilo sia rettilineo, quanto nel nostro in cui segue un andamento parabolico, per ogni barra del traliccio la massima tensione e la massima compressione, determinandone con ciò anche la sezione resistente occorrente. Non crediamo necessario dilungarci in questa determinazione che rientra nei soliti metodi della statica.

Massime reazioni agli appoggi *A* o *B*.

I valori di R_A e R_B massimi si potrebbero ricavare dalle rispettive linee di influenza calcolate per il carico g esteso a tutto il ponte e per il carico p parziale distribuito secondo le ipotesi più sfavorevoli che risultano essere precisamente:

per il max $+ R_A$ quando ii carico p è esteso ad *A B* e *D E*
» » $- R_A$ » » » » » *B D*
» » $+ R_B$ » » » » » *A B* e *B D*
» » $- R_B$ » » » » » *D E*

In modo più sollecito possiamo però ricavare subito gli stessi quattro valori limiti di R_A e R_B dai diagrammi della z_4 e z_5

Passando dalle sezioni a sinistra dell'appoggio a quelle a destra, percorrendo prima la z_5 e poi la z_4, il segmento verticale che si descrive passando con continuità da quella a questa rappresenta in valore e segno la massima reazione positiva.

Se il moto nello stesso senso ha luogo passando dalla z_4 a sinistra della sezione alla z_5 a destra, si avrà nell'analogo segmento la massima reazione negativa (sollevamento) oppure la minima positiva a seconda che il segmento è diretto verso il basso o verso l'alto.

Si ricava per noi

$$\begin{aligned} \text{max. } R_A &= + \ \ 38{,}7 \text{ tonn.} \\ \text{min. } R_A &= - \ \ \ 8{,}3 \ \ » \\ \text{max. } R_B &= + 157{,}6 \ \ » \\ \text{min. } R_B &= + \ \ 56{,}9 \ \ » \end{aligned}$$

Ne risulta che all'appoggio R_A riesce necessario un ancoramento capace di resistere alla tensione di 8,3 tonn.

Massima reazione X in C. — L'ultima ricerca che può interessare è quella del massimo X per il calcolo della cerniera che deve essere in grado di sopportare lo sforzo X che le due metà del ponte si trasmettono in C.

Dai diagrammi z_4 e z_5 si ricava

$$X_{\text{mass}} = \pm 12{,}2 \text{ tonn.}$$

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

L'Industria saccarifera italiana.

(Continuazione e fine, vedi numero precedente).

Queste officine attualmente non possono essere tutte citate come modelli; anzi molte si trovano in condizioni così diverse da come dovevano essere nei loro primi anni di esercizio che occorse anche fare per talune delle prescrizioni in riguardo alle condizioni di sicurezza, di pulizia, di igiene, ecc., dei locali di lavoro.

Processi di estrazione e raffinatura dello zucchero. — Per maggior chiarezza di ciò che verrò esponendo, credo opportuno descrivere il succedersi delle operazioni di fabbrica, della raffinazione ed accennare alla distillazione dell'alcool dalle melasse nei nostri stabilimenti (1).

Le bietole dai contadini vengono levate di terra, ammucchiate nei campi e *scollettate* con taglio netto mediante coltelli e roncole in modo da liberarle alle loro sommità di quella parte ove si attaccano le foglie; dopo di che, con carri a trazione animale o meccanica, per via di terra o di acqua vengono condotte alla fabbrica, ove sono pesate, *tarate* e scaricate nei silos che trovansi nei cortili, facendone una riserva da poter alimentare in modo continuo l'azienda.

Da questi silos le bietole, mediante un canaletto a leggera pendenza, percorso da acqua, vengono trascinate, passando il più delle volte nello *spietratore*, onde depositare le materie pesanti. In fabbrica sono elevate da una noria e gettate nella macchina *lavatrice* costituita da un gran cassone in lamiera contenente acqua, nel quale ruota con una certa velocità un robusto albero munito di palette metalliche, onde scuotere, dare movimento di traslazione e gettare i tuberi puliti in un elevatore a

---

(1) Ing. A. TACCANI, *Fabbricazione dello zucchero di barbabietola.*

tazze, che nuovamente li porta ancor più in alto in una bilancia distributrice automatica, obbligatoria per legge a scopo di statistica, che li pesa a cariche di 300, 400, 500 kg. per volta e mediante un apparecchio automatico ne registra i kg. Alla bilancia contatore seguono le *trincie*, al minimo in numero di due, ove le bietole sono ridotte in fettuccie mediante coltelli speciali armati secondo i raggi di una piastra circolare dotata di grande velocità. Ridotte a tale forma, esse sono sottomesse alla operazione della *diffusione*, e perciò sempre mediante trasportatori di vario sistema (a rastrelli, con tramoggie, tele continue) sono introdotte in recipienti di capacità variabile dai 30 ai 100 ettolitri detti *diffusori*, riuniti in batteria su una o due linee od a cerchio, muniti di aperture superiori per il carico, inferiori per lo scarico, di tubazioni, valvole e rubinetti per l'acqua, pel sugo, pel vapore, di termometri, ecc., e di un *riscaldatore* per elevare la temperatura dei sughi circolanti. Allorchè il diffusore è riempito di fettuccie fresche, si fa entrare in esso l'acqua ad una certa temperatura, in data quantità e sotto pressione affinchè avvenga il *fenomeno osmotico* (il sugo zuccherino attraversa la membrana delle cellule e passa nell'acqua, mentre le sostanze non zuccherine restano nelle cellule ove entra l'acqua).

Tolta quest'acqua, leggermente zuccherata dal primo diffusore, dopo un certo tempo, determinato dalla pratica, se ne introduce dell'altra, la quale si appropria di una parte di quello zucchero che era rimasto nelle fettuccie trattate una prima volta, mentre l'acqua zuccherata tolta prima si fa passare su fettuccie fresche di un secondo diffusore e così di seguito in modo tale da mettere in funzione tutta la batteria con sistematiche manovre, esaurendo la massa e ricavando acqua ricca di zucchero, mantenendo generalmente fuori ciclo un diffusore per il carico, un altro per lo scarico delle fettuccie ed un terzo per l'immissione dell'acqua.

Le fettuccie dalle quali non si ritiene conveniente ricavare altra sostanza utile, sono scaricate dai diffusori mediante porte interne o laterali, in canali sottostanti alla batteria e sottoposte all'azione delle *presse-polpe* per far ceder loro molta parte di quell'acqua della quale sono imbibite.

Le polpe così pressate non sono abbandonate dai zuccherifici, ma servendo di foraggio pel bestiame, sono caricate nei birocci, vagoni o barche che hanno servito a condurre i tuberi, per portarle alle fattorie o depositarle in bacini in fabbrica o fuori per

essere dagli agricoltori ritirate più tardi. Possono anche venire essiccate, mediante apposito macchinario, in un reparto del zuccherificio per eliminare l'acqua, per conservarle più a lungo e venderle a prezzo elevato.

Dalla batteria di diffusione il sugo è tolto coll'azione di pompe e lo si fa passare attraverso apparecchi onde trattenere le particelle di polpa che possono essere trascinate. Il sugo è molto impuro, di colore rossastro, contenendo molte sostanze azotate e minerali, epperciò lo si sottomette immediatamente alla *depurazione chimica* coll'aggiunta di calce (defecazione) e col trattamento all'acido carbonico (saturazione).

Occorrendo una quantità rilevante di calce (il 3,5 % del peso delle bietole lavorate), essa viene prodotta nei zuccherifici stessi mediante forni a fuoco continuo tipo Khern. Essa calce può essere aggiunta direttamente al sugo in pezzi allo stato caustico od in polvere, oppure come *latte di calce;* in questo caso viene idratata negli apparecchi Milk, ed il latte di calce è in seguito filtrato; prima di essere aggiunta al sugo, la calce è pesata, il latte misurato e dosato in peso di calce.

Il gas carbonico per la saturazione, o meglio ancora per la *carbonatazione*, è ottenuto dal medesimo forno, aspirandone i gas della combustione mediante pompa a gas e facendoli attraversare un *laveur* a caduta d'acqua per raffreddarli e purificarli.

Trattato così il sugo con calce, si formano composti insolubili delle materie organiche colla calce, i quali precipitano separandosi dal liquido zuccherino che però non è limpido perchè la calce deve essere sempre in eccesso, non essendo praticamente possibile aggiungerla in quantità esatta. Questo eccesso forma collo zucchero del *saccarato di calcio*, che appunto intorbida il sugo, ma essendo questo composto facilmente decomponibile anche dagli acidi deboli, si tratta con acido carbonico per formare carbonato di calcio e zucchero. Il carbonato di calcio nella soluzione zuccherina forma un *saccaro-carbonato di calcio* insolubile che a sua volta è distrutto da un eccesso di acido carbonico.

La saturazione, che è una delle operazioni più difficili della lavorazione, si eseguisce in recipienti di lamiera di forma parallelepipeda, detti *saturatori*, riuniti in batteria e forniti di fumaiuoli attraversanti i tetti degli edifici e per i quali si scaricano i gas in eccesso.

La saturazione avviene in due o tre e anche più fasi che si alternano sempre con filtrazioni che costituiscono la così detta *depurazione meccanica*.

L'ultima saturazione può essere sostituita dalla *solfitazione* o saturazione con acido solforoso, il quale agisce anche da decolorante e sterilizzante.

Dopo la prima carbonatazione il liquido è filtrato mediante i *filtri-presse*, nelle celle dei quali viene trattenuta la parte solida, la *calce defecata* e lasciato passare il limpido. Allorchè le celle sono cariche si interrompe l'entrata del liquido torbido, vi si fa passare invece dell'acqua calda sotto pressione per togliere quella parte di sugo rimasta, indi si smuovono i telai per far cadere la calce trattenuta. Questa calce, che è sempre di grave ingombro nei piazzali dei zuccherifici, può essere utile agli agricoltori ai quali occorra emendare terreni poveri in calce.

Dopo la seconda saturazione si usano sia i *filtri-presse*, sia i *filtri meccanici*, quali i Danèk, Philippe, ecc. Questi ultimi filtri sono costituiti da casse metalliche contenenti telai, offrenti in piccolo spazio una grande superficie, ravvolti in tele chiuse. Il sugo che entra nella cassa, attraversa la tela, penetra nei telai e da rubinetti inseriti su questi, sgocciola in un canale collettore esterno alla cassa. Dopo le altre saturazioni adoperansi quasi esclusivamente queste specie di filtri.

Il sugo purificato chimicamente e meccanicamente ha diminuito a questo punto la sua intensità di colore, è diventato limpido, ma contiene molta acqua (90 %), la quale si elimina mediante la *concentrazione*, onde possa avvenire la cristallizzazione dello zucchero. L'operazione si eseguisce in due fasi: prima il liquido è ridotto a circa la metà del suo volume primitivo mediante l'*evaporazione* per ottenere un siroppo, poi questo è maggiormente concentrato mediante *cottura* sino a cristallizzare.

La prima fase avviene in apparecchi evaporanti nel vuoto, basati sul principio di evaporazione ad effetto multiplo, consistenti in enormi corpi cilindrici orizzontali o verticali formanti batterie in numero generalmente maggiore di tre, ad effetto triplo, quadruplo, quintuplo, sestuplo, con molti metri di superficie di riscaldamento. Il zuccherificio di Lendinara ha una *stazione di evaporazione* (quadruplo effect) di mq. 3000; di Avezzano (sestuplo effect) di mq. 2500, di Legnago (quadruplo effect) pure di mq. 2500. Questi corpi in ciascuno dei quali trovansi sughi progressivamente più concentrati, sono riscaldati il primo,

per esempio, dal vapore di scappamento delle motrici, il secondo dal vapore che si sviluppa dall'acqua che si evapora nel primo corpo e così via.

Il liquido del primo corpo quando ha raggiunto una certa densità, si fa passare nel secondo, quello del secondo nel terzo, e così via, lasciando nel primo corpo la pressione atmosferica, ossia la temperatura di ebollizione a 100°, diminuendo invece la pressione nei successivi corpi e di conseguenza le corrispondenti temperature di ebollizione. Il vapore dell'ultimo corpo va perciò ad un condensatore che mantiene in esso una rarefazione di circa 570 mm. di depressione di colonna di mercurio e nei corpi intermedi, fra esso ed il primo, una scala decrescente di pressioni e quindi di temperature.

Con questo espediente si arriva alla massima economia di calore e si evitano le caramellizzazioni per surriscaldamenti e le perdite in zucchero.

Il sugo uscente dall'ultimo corpo non potendo ancora cristallizzare si sottopone ad una concentrazione sempre più spinta sino a contenere solamente il 10 per cento d'acqua. Questa operazione si compie in altri grandi corpi detti *vacuum* o *bolle di cottura*, simili agli evaporatori e funzionanti sul medesimo principio.

La massa cotta del *vacuum* si fa colare entro grandi recipienti di lamiera detti *cristallizzatori* o *refrigeranti* chiusi od aperti della capacità di anche ettolitri 150 ove è mantenuta in lento movimento prima di essere distribuita agli *idroestrattori*, nei quali, per azione della forza centrifuga, si separa la sostanza solida cristallizzata, primo prodotto, dalla liquida. Quest'ultima è condotta nella *caldaia dei sciroppi* (che è un *vacuum*) ed è concentrata poscia in serbatoi speciali ove si producono dei cristalli che vanno man mano aumentando, ed in ultimo centrifugata nuovamente per ottenere il 2.° *prodotto*. Il così detto *scolo*, risultante da questa turbinazione è la *melassa*, che concentrata non può cristallizzare a causa della sua impurità (25-30 per cento) e che perciò è inviata alle distillerie o lavorata in fabbrica durante o dopo la campagna bietolifera mediante il metodo alla *barite* o dell'*osmosi*, fondato questo ultimo sul medesimo principio della diffusione; se in un recipiente diviso da una membrana abbiamo da una parte melassa e dall'altra acqua, dopo un certo tempo troviamo che l'acqua contiene molti sali e pochissimo zucchero; la melassa è venuta diminuendo di densità, ma aumentando di purezza.

Per eseguire questa operazione si adoperano gli apparecchi detti *osmogeni* i quali sono formati da un centinaio di telai in legno serrati gli uni contro gli altri (montati su travi longitudinali e trasversali) fra i quali è posto un foglio di carta pergamenata. Apposite scanalature incise nei telai servono per la circolazione dell'acqua e della melassa.

Ciò che si ottiene, cioè l'*osmosato*, viene come al solito concentrato nella già conosciuta caldaia, colato nei serbatoi della camera calda per la formazione dei cristalli e del centrifugato.

La melassa risultante viene ritrattata col metodo dell'osmosi ripetendo l'operazione sino a che ne convenga la spesa.

L'acqua dell'osmosi che abbiamo visto contenere piccole quantità di zucchero può essere concentrata, riosmosata o venduta alle distillerie. Il secondo prodotto può esser lavorato anche con altri metodi quale quello del dott. Bock e la melassa col metodo alla barite.

Lo zucchero ottenuto nelle fabbriche non trovandosi al grado di purezza necessario per poterlo mettere direttamente in commercio, viene lavorato dalle raffinerie ove è sottoposto ad altre operazioni di purificazione consistenti in soluzioni in acqua, trattamenti con vapore, diverse filtrazioni in filtri-presse, filtri meccanici, filtri a nero animale, ed infine alla cottura, cristallizzazione e centrifugazione in modo da poterlo poi confezionare come lo richiede l'esigenza del commercio (in farina, pezzi, quadretti, pani, ecc.).

Esistono zuccherifici quali quelli di Piacenza e Cavanella che fabbricano zucchero detto *cristallino del commercio*, che è messo direttamente in vendita eliminando l'opera della raffineria.

Uno stabilimento per la raffinatura degli zuccheri ha grande rassomiglianza con una fabbrica nella quale siano abolite tutte le operazioni precedenti la cottura. Gli apparecchi rimasti sono i medesimi, cambiati però in numero e proporzioni; in più troviamo la filtrazione su nero animale (la quale porta ad un vero impianto composto della batteria dei filtri, delle vasche di fermentazione, dei forni di rivivificazione) e l'aumento di numero degli idroestrattori, la confezionatura dello zucchero con apposite macchine, in quadretti, pani, farina, ecc.

In Italia, ove esistono solamente tre raffinerie, abbiamo sei fabbriche con unita raffineria, le quali hanno lo scopo di produrre del raffinato; per questi stabilimenti il diagramma di lavorazione cambia e risulta composto di quello di fabbrica e raffineria.

Oltre agli apparecchi ed alle macchine citate negli stabilimenti, se ne trovano altre; così le caldaie per la produzione del vapore, per riscaldamento e forza motrice; i motori, i motori-pompe, le pompe per l'acqua e per i sughi, pel vuoto, per i gas, i misuratori di sugo, i *pulpenfänger*, le bilancie pel latte di calce, i mescolatori, i riscaldatori di sugo, i condensatori, i disintegratori di *bock*, i buratti, i montacarichi, i vagoncini, ecc., e le infinite tubazioni e valvole che servono a collegare il macchinario.

La lavorazione delle distillerie è diversa e per conseguenza anche gli apparecchi variano da quelli menzionati.

Scopo di queste è la trasformazione dello zucchero che ancora si trova nelle melasse, in alcool.

Presso qualche zuccherificio si confeziona anche del *mangime melassato* per sostituire i foraggi naturali, trattando, per esempio, i vinacciuoli con melassa, ma nulla di interessante è da notarsi, sia per l'entità della produzione che per la tecnica di lavorazione.

Tutte le operazioni sono collegate fra di loro e devono succedersi con precisione e a ciò si provvede coll'armonia e perfezione del macchinario.

Per un andamento razionale e continuo e per darsi ragione di tutto quello che si va formando, trasformando ed eliminando, provvede il chimico colle analisi ed ove egli investiga, registra e controlla trovasi una sezione dell'azienda che è il laboratorio chimico che esiste sia nelle fabbriche come nelle raffinerie e distillerie.

Suo scopo è di determinare quantitativamente lo zucchero, l'acqua e le materie estranee, facendo prove sulle bietole, sui sughi greggi e defecati, sulle acque di lavaggio, sul calcare, sulla calce defecata, sui gas di saturazione, sulle masse cotte, sugli zuccheri, sulle melasse e sulle acque ammoniacali (come sui lubrificanti, sul carbone, ecc.), onde ad ogni istante e punto della lavorazione far palese al direttore tecnico od ai capi fabbrica come debbono essere condotte le operazioni.

Per questo i laboratori dispongono di apparecchi, quali i densimetri, i polarimetri, le stufe di essiccazione e tutti i reagenti chimici.

Questo per sommi capi il sistema di lavorazione che può variare, ma di poco, da stabilimento a stabilimento.

Di notevole e diverso abbiamo che a Pontelongo, ove si eseguì

la prima campagna nel 1910, non esiste la batteria di diffusione che funzionò per la prima volta nel 1864 per merito di Robert Giulio nello zuccherificio di Seelowitz, ma invece le bietole dopo essere state ridotte in sottili lamine da coltelli senza scanalature sono sottoposte ad una energica compressione colla quale si ottiene un sugo più puro di quello tolto coi diffusori ma anche delle polpe che contengono una non trascurabile quantità di zucchero (3 per cento) e che sono sempre essiccate essendo esse ancora preziose.

Lo zuccherificio di Ficarolo fu però il primo in Italia nel 1909 ad adottare questo procedimento detto *estrazione Steffen*, ma mantiene sempre la batteria di diffusione in modo da poter lavorare con tutti e due i metodi. I direttori degli stabilimenti italiani nel loro complesso non fanno pel momento buon viso al sistema Steffen, perchè essendo la nostra bietola non troppo ricca in zucchero, non ritengono conveniente lasciare nelle polpe della materia zuccherina. Chi usa questo nuovo processo invece ne ammette dei vantaggi quali la maggior precisione di funzionamento, l'aumento di potenzialità di lavorazione in quintali di bietole, il ricavo di sughi più puri e polpe più ricche e l'impiego di minor mano d'opera. La fabbrica di Ficarolo sul principio della campagna 1910 usò la diffusione, poi il processo Steffen per lavorare molte bietole, che per il prolungarsi della campagna a causa dell'abbondante raccolto, per le sopraggiunte pioggie e l'incalzar delle semine, andavano diminuendo in ricchezza di zucchero e perciò occorreva lavorare in breve tempo.

Per il rimanente non troviamo varianti d'importanza. A Mezzano e Pontelongo in luogo delle solite ruote s'impiegano le pompe Mammouth per innalzare i tuberi in tubazioni con aria sotto pressione; a Cavanella e Ficarolo trovansi le due sole batterie circolari di diffusione esistenti in Italia. L'aggiunta della calce direttamente, in luogo del latte di calce, è effettuata a Piacenza, Forlì, Bologna, Pontelagoscuro (Romana), Codigoro, Spinetta e Granaiolo; la solfitazione a Spinetta, Imola, Ferrara (Agricolo), Codigoro, Forlì, Ostiglia, Napoli, Parma, Classe, Cavanella, Montepulciano e San Vito; l'evaporazione con corpi *Paoli* a Rieti, Foligno ed Avezzano, cogli apparecchi *Kestner* a Cesena, ecc. Gli stabilimenti di Pontelagoscuro (Romana), Classe, Avezzano, Piacenza, Codigoro e Lendinara, eliminano la calce dopo averla diluita con acqua. La lavorazione delle melasse coll'osmosi è effettuata a Bazzano, Imola, Ferrara (Agricolo), Codi-

goro, Forlì, Cesena, Ostiglia, Napoli, Parma, Piacenza, Classe, Massalombarda, Cavanella, Montepulciano, Cologna, Legnago, San Bonifacio, Vicenza, Senigallia, Avezzano, Bologna e Ferrara (Bonora) e col metodo alla barite a Rieti, Lendinara, Pontelagoscuro (Raffineria Ferrarese), Sampierdarena ed Ancona. L'essiccamento delle polpe si fa a Pontelagoscuro (Romana), Avezzano, Pontelongo, Cavanella, Ficarolo, Montepulciano e Savigliano; la fabbricazione del foraggio melassato a Vicenza, Spinetta, Parma, Foligno e Sarmato e l'allevamento del bestiame a Spinetta.

A Pontelongo, nel reparto raffineria, esiste un bell'impianto per la fabbricazione dei quadretti di zucchero col sistema Adam (centrifugazione) come si sta eseguendo ora a Bologna, ed in Ancona, in luogo dell'affinaggio, si eseguisce una dezuccherazione col processo Steffen alla calce.

Macchinario. — Le macchine e gli apparecchi dei nostri impianti sono stati forniti da Case estere, le quali hanno raggiunto un punto di perfezione tale nella tecnica che oggigiorno nessuna ditta italiana costruttrice di macchine può lontanamente pensare a far loro concorrenza. Sono circa 75 milioni di lire in macchinario ed apparecchi che sono entrati in casa nostra e sfuggiti all'industria meccanica italiana, la quale ha dovuto contentarsi di poche forniture di motrici e caldaie a vapore, pompe, di recipienti per usi diversi, ecc., e quasi esclusivamente delle ditte Franco Tosi di Legnano e Neville di Venezia. Solamente la casa De Morsier e Mengotti di Bologna fabbricò nel 1872 il macchinario per il zuccherificio di Villacidro che non fu costruito, del quale la bolla di cottura fu esposta all'esposizione di Vienna nel 1873.

La Società Anonima di Costruzioni meccaniche, già Breitfeld, Danèk e C. di Praga, ha fornito e montato il macchinario delle fabbriche di Rieti, Savigliano, Legnago, Bazzano, Montepulciano, Parma, Pontelagoscuro (Romana), Segni, Lendinara, Cesena, Vicenza, San Vito, Classe, Ferrara (Agricolo), Sarmato ed Ostiglia, ingrandite quelle di Classe, Legnago, Lendinara, smontata quella di Segni per riporla a Napoli e costrutte le raffinerie annesse a quelle di Massalombarda (smontata) e Ferrara (Bonora).

La Hallesche Maschinenfabrik und Eisengiesserei di Halle ha costruito quelle di Bologna, Forlì e Granaiolo; la Brauensweigische Maschinenbau Anstalt di Brauenschweig, quelle di Cologna, Monterotondo e di San Bonifacio, la S. A. Officine meccaniche di Praga, già Bromonsky-Schulz-Sohr, quelle di Cavanella, Ferrara

(Bonora) e Ficarolo; la Maschinenfabrik Grevembroich, quelle di Codigoro e Pontelongo; la Rörig e König di Magdeburg, quelle di Cecina, Piacenza, Pontelagoscuro (Gulinelli) e la Raffineria Ferrarese; la F. F. Gilain di Tirlemont, quelle di Foligno e Spinetta; la Actien Maschinenfabrik Sangerausen, quelle di Avezzano e Massalombarda; la Skoda Werke di Pilsen, quella di Imola.

Il macchinario della colossale fabbrica di Mezzano fu fornito da diverse ditte, quali: König & Rörig, Maschinenfabrik Grevenbroich, Ringkoffer, Franco Tosi, Brown-Boeri; della raffineria di Ancona dalla Breitfeld, Danèk & C.ie e Wannek-Brunn, e quello della Raffineria di Sampierdarena da parecchie officine estere essendo stata essa più volte ampliata e modificata, specialmente dopo un grave incendio.

Come si vede. la Breitfeld, Danèk e C.ie ha eseguito un lavoro molto superiore a tutte le altre Case, e l'ultimo suo zuccherificio costruito, quello di Ostiglia, si dice che funzioni in modo regolarissimo. Gli impianti delle ditte boeme sono preferiti perchè con essi si ottiene una buona economia di vapore, gli impianti delle Case tedesche sono più grandiosi ed imponenti.

Potenza delle fabbriche. — Il numero delle fabbriche, a seconda della potenzialità nominale di lavorazione, risulta dal seguente specchietto:

Numero fabbriche	Potenzialità di lavorazione ogni 24 ore in migliaia di quintali
1	3.8
2	4
2	4.2
2	4 5
3	5
6	6
1	6.5
2	7
1	7.5
3	8
1	8.5
1	9
3	10
1	11
1	12
1	13
2	14
2	15

La potenzialità complessiva nominale è di 273,700 quintali e la media di 7,820 quintali per ogni zuccherificio. La potenza media effettiva è risultata minore di quella nominale e variabile da giorno a giorno per molteplici cause comuni a tutti gli impianti, come la mancanza o scarsità di bietole, i guasti alle macchine ed agli apparecchi, ecc.

Dalla quantità delle bietole lavorate e dal numero dei giorni di campagna compiuti, risulterebbe invece una potenzialità media effettiva di quintali 7,075 ogni 24 ore.

Trovansi fra le più potenti, le fabbriche di Mezzano e Cavanella: Lendinara e Bologna; Ferrara (Bonora), Avezzano, Ferrara (Agricolo); seguono Forlì, Legnago e Pontelongo; Pontelagoscuro (Romana), Cesena, Classe, Codigoro e Ficarolo; Massalombarda, Granaiolo e Parma; Pontelagoscuro (Gulinelli), Ostiglia, Piàcenza, Rieti, San Vito, Sarmato e Vicenza; Bazzano, Montepulciano e Napoli; Imola e Savigliano; San Bonifacio e Cologna; Foligno e Senigallia; Spinetta e Marengo; ma, nell'ultima campagna, ha tenuto il primato quella di Bologna con una lavorazione media giornaliera effettiva di circa 15 mila quintali, seguìta da quelle di Lendinara, Cavanella, Legnago, Ferrara (Bonora), Mezzano, ecc.

Questa potenzialità di lavorazione giornaliera, per i ripetuti ed anche non preveduti ingrandimenti seguìti, non crebbe in modo simile al crescere degli opifici.

Da notizie avute in ogni singolo opificio dell'anno nel quale si aumentò il macchinario, risulta che in Italia si potevano lavorare, ogni 24 ore, negli anni 1888-89-90, quintali 6000 di bietole.

Negli anni	dal 1891 al 1896,	quintali	10,000	di	bietole
» »	» 1897 al 1898,	»	19,000	»	»
	nel 1899	»	62,500	»	»
	» 1900	»	143,000	»	»
	» 1901	»	153,500	»	»
	» 1902	»	155,800	»	»
	» 1903	»	165,300	»	»
	» 1904	»	171,200	»	»
	» 1905	»	188,700	»	»
	» 1906	»	203,200	»	»
	» 1907	»	214,200	»	»
	» 1908	»	242,400	»	»
	» 1909	»	259,400	»	»
	» 1910	»	273,700	»	»

Caldaie Babcock & Wilcox a petrolio.

La centrale elettrica della Pacific Light and Power C.° di Redondo presso Los Angelos (California) possiede un impianto di

18 caldaie Babcock & Wilcox di 565 m.² di superficie riscaldata con 90 m.² di surriscaldatori capaci ognuna di fornire vapore a 14 kg. cm.² con 55° di surriscaldamento per una potenza di 604 HP, qruciando petrolio.

Ciascun focolaio (fig. 1) è munito di tre iniettori tipo Hamel

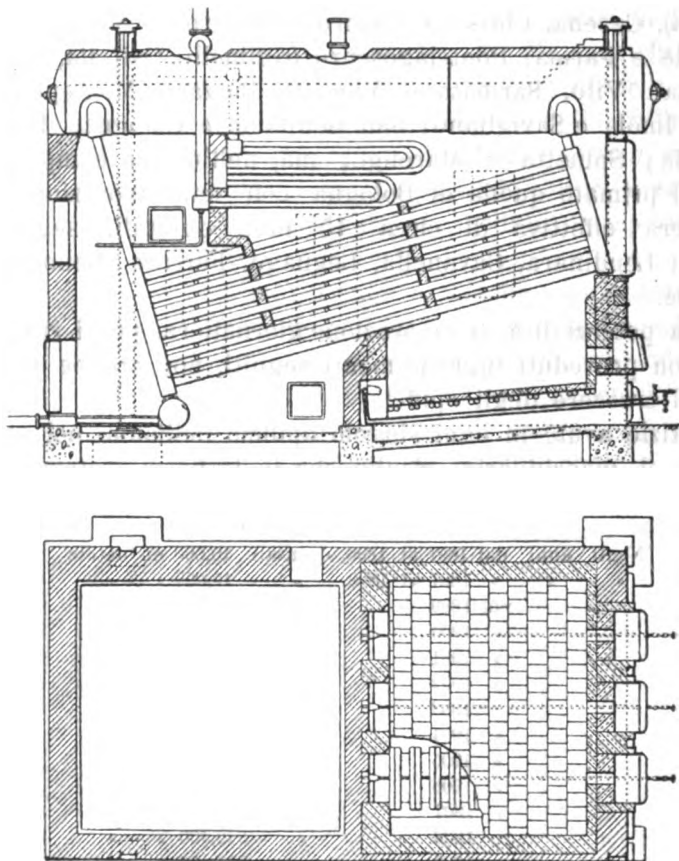



Fig. 1.

e Weymouth (fig. 2), colle rispettive condotte situate entro cunicoli sottostanti alla griglia, dai quali i getti di combustibile proiettati nel focolaio ricevono l'aria necessaria alla combustione.

Gli iniettori sono alimentati dal vapore delle caldaie.

Una serie di esperimenti eseguiti dopo una perfetta pulitura delle caldaie e dopo l'accertamento della perfetta tenuta dei tubi d'acqua, ha dato i risultati riportati nella seguente tabella.

Risultati di esperimenti sopra caldaie Babcock e Wilcox a combustibile liquido.

(*Durata di ciascuna prova ore* 7).

Esperienze	1	2	3	4	5	6	7	Medie
Surriscaldamento del vapore	51°	43°	48°	47°	46°	62°	80°	55°
Temperatura dei gas alla base del camino. . . .	196°	203°	210°	208°	220°	247°	275°	249
Acido carbonico %	12,2	13,4	13,3	14,3	14,2	13,3	12,1	13,2
Ossigeno %	3,6	2,7	2,4	1,8	1,7	2,8	6,8	3,
Eccesso d'aria %.	28,7	17,7	18'5	10,6	11,3	18'5	43	21,2
Tiraggio al focolare in mm. di mercurio	0,25	0,12	0,6	0,35	1,5	3,04	4,8	1,5
Temperatura sopra la 3.ª serie di tubi	595°	590°	625°	640°	670°	705°	870°	670°
Vapore agli iniettori in % della vaporazione . . .	1,54	2,25	2,40	2,40	2,25	2,08	2,13	21,5
Pressione del vapore agli iniettori Kg./cm.² . . .	3,5	5,4	7	7,2	7,4	10	12	8,5
Pressione del combustibile Kg.	0,8	1,05	1,7	1,8	2,7	3,2	4,3	
Temperat. del combustibile	55°	56°	55°	61°	60°	61°	61°	58°
Densità a 15°	0,977	0,977	0,976	0,977	0,977	0,977	0,980	0,9776
Umidità a 100°.	0,4	0,5	0,45	0,4	0,8	0,5	0,6	0,54
Consumo per ora, Kg. . .	445	565	670	655	816	1073	1315	790
Acqua vaporizzata per Kg. di petrolio naturale Kg. .	15,35	15,66	15,47	15,75	15,37	14,37	14,12	15,15
Acqua vaporizzata per Kg. di petrolio asciutto Kg. . .	15,41	15,74	15,54	15,81	15,49	14,49	14,20	15,23
Rendimento della caldaia %	81,1	82,8	82,4	83,3	81,5	76,4	75,8	80,37

NB. — Il rendimento delle caldaie nelle esperienze 5, 6 e 7 è diminuito, essendo troppo limitato per i consumi corrispondenti di combustibile, il diametro della condotta del petrolio di mm. 9,5.

I risultati delle esperienze eseguite sopra focolai di lunghezza da 2,40 a 3 m. hanno dimostrata nettamente la convenienza dei grandi focolai, facendo rilevare la necessità di aumentare per i forti consumi la sezione dei cunicoli d'arrivo dell'aria e di mantenere completamente aperti i registri anteriori per diminuire la velocità dei gas.

Il riscaldamento del combustibile non si è mostrato vantaggioso

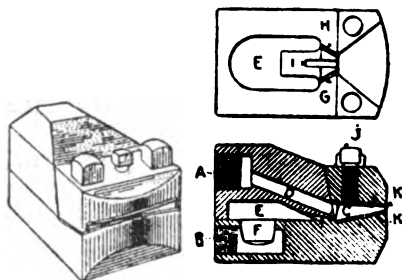
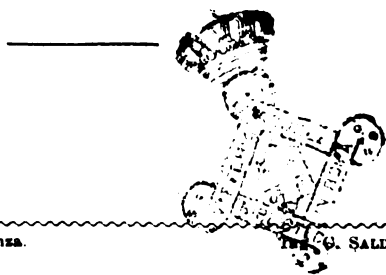



Fig. 2.

ottenendosi migliori risultati coll'impiego del petrolio a 25°-26° che non a 50°; e si è anzi rilevato che un ulteriore aumento di temperatura provocava un inizio di decomposizione degli idrocarburi del petrolio greggio.

Un migliore risultato si sarebbe ottenuto se fosse stata assolutamente costante la pressione di immissione del combustibile nel focolaio.

Il consumo di vapore per tale immissione ha oscillato, nelle esperienze, fra 1,5 e 2,15 % del vapore prodotto, restando così nelle migliori condizioni, poichè gli iniettori che consumano meno dell'1,5 % di vapore hanno delle aperture troppo piccole, facili ad ostruirsi, mentre un consumo del 3 % o più sarebbe esagerato.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. G. Saldini, Gerente.

NOTA INTORNO AL CALCOLO DEI PONTI A MENSOLA A GIUNZIONE CENTRALE.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 23 (*pag.* I-XX *di pubbl.*) 15 Dicembre 1911.

PERIODICO QUINDICINALE — Conto Corrente colla Posta.

IL POLITECNICO

GIORNALE dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in-8° di 32 pagine, ricchi d'incisioni e di numerose tavole litografiche ed in fotozincotipia staccate dal testo

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 per i Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2
AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

TRASPORTO DELL'ENERGIA (1)

Prof. Ing. Giuseppe Colombo

I.

Preliminari storici e tecnici.

La storia dell'applicazione dell'elettricità al trasporto dell'energia data dal giorno in cui il prof. Pacinotti ebbe l'idea della macchina che fu oggetto di una sua comunicazione nel *Nuovo Cimento* nel 1864: idea, che, riprodotta da Gramme nel 1869, fu l'origine del meraviglioso sviluppo dell'elettrotecnica moderna.

Quando fu fatta questa invenzione, il terreno era già preparato da lungo tempo per opera di scienziati eminenti che si occuparono di perfezionare la scoperta di Volta, e sopra tutti del fisico Faraday, al quale è dovuta la scoperta delle correnti indotte, da lui annunciata nel 1831. Il 17 ottobre di quell'anno egli provò ad inserire un magnete entro un cilindro formato da un filo di rame avvolto ad elica, e notò che nel filo si induceva una corrente elettrica al momento dell'entrata, e una corrente opposta, all'uscita. Questo esperimento primordiale, fondamento delle dinamo moderne, fu da lui descritto, insieme con altri esperimenti della stessa natura, in una memoria celebre (*Esperimental Researches in Electricity*) che fu letta il 24 novembre successivo alla Royal Society e pubblicata nel gennaio dell'anno succes-

---

(1) *Cinquanta anni di storia italiana* (1860-1910). Estratto. R. Accademia dei Lincei.

sivo (1). Fu però molto più tardi che questo principio delle correnti indotte, così fecondo nel campo scientifico, trovò applicazione nel campo industriale. Così fu solo nel 1749 che il professore Nollet di Bruxelles propose la costruzione di una macchina nella quale le correnti indotte in un rocchetto di filo da una forte calamita si mostrarono capaci di produrre effetti luminosi pari a quelli delle più potenti pile voltaiche; e non fu che dodici anni più tardi che la *Compagnie de l'Alliance* ne trasse partito per l'illuminazione dei fari coll'arco elettrico, già ottenuto da Davy nel 1813 con una pila. Il faro di La Hève fu il primo così illuminato nel 1863, con un arco di 150 a 200 Carcel, quale non si sarebbe potuto ottenere che con una pila di 250 a 300 elementi Bunsen; e molti altri fari consimili figurarono all'esposizione di Parigi del 1867. Non ostante questi risultati, le calamite inducenti della macchina Nollet non avrebbero potuto prestarsi ad effetti maggiori di quelli raggiunti, a causa della impossibilità pratica di valersi di calamite abbastanza potenti. Ma si possono formare calamite indefinitamente potenti, avvolgendo intorno ai nuclei di ferro numerose spire di filo di rame percorse da una corrente elettrica; s' ha così un *elettro-magnete* la cui potenza è proporzionata a quella della corrente eccitante ed è quindi praticamente indefinita. Simili elettro-calamite sarebbero dunque capaci di indurre nel rocchetto di filo effetti di indefinita potenza. Un rocchetto, il così detto *indotto*, costituito da un filo di rame opportunamente avvolto attorno a un nucleo di ferro, può girare su un asse fra i poli di una elettro-calamita, che è l'*induttore*, nel cui filo circola una corrente prodotta con una piccola *eccitatrice*, o una frazione di quella generata dalla macchina stessa. Mettendo in moto con una forza opportuna l'indotto (o facendo girare l'induttore attorno all'indotto, ciò che è lo stesso), si genera una corrente, che è raccolta ai morsetti di un *commutatore* e di là lanciata nella *linea* come *corrente continua*, i cui elementi, cioè *quantità* e *tensione*, variano secondo la forza appli-

(1) Fu a proposito di questo esperimento che si improvvisò la seguente strofa, la quale collega la scoperta di Faraday a quella di Volta:

Aronnd the magnet Faraday
Was sure that Volta's lightnings play:
But how to draw them from the wire?
He took a lesson from the heart:
This when we meet, 'tis when we part,
Breaks forth the electric fire.

cata e le disposizioni della macchina. Tale è in sostanza la macchina dinamo-elettrica, o semplicemente la *dinamo* a corrente continua di Pacinotti, che Gramme riprodusse nel 1869, e che fu il punto di partenza di tutte le applicazioni fatte sino ad oggi nel campo elettrotecnico.

Spettò a Gramme di mostrare quali fossero queste applicazioni; e fu questo il suo merito e la ragione del suo diritto di dividere con Pacinotti gli onori dell'invenzione. Egli infatti comprese tutta la portata del trovato, e lo utilizzò immediatamente in tutte le industrie richiedenti l'impiego di correnti elettriche, per la medicina, le miniere, la galvano-plastica e l'illuminazione. L'applicazione all'illuminazione, non solo con la dinamo Gramme, ma con altre dinamo identiche nel principio, sebbene diverse nei particolari, rimase la più importante e fece rapidamente cammino, appunto, per la possibilità di produrre correnti di qualunque *intensità* con qualunque *tensione*, permessa da questo nuovo generatore (1).

A quell'epoca non c'era ancora che l'arco voltaico prodotto da Davy nel 1813 fra due bacchette di carbone accostate per la punta, che fosse capace di fornire luce per mezzo della corrente elettrica; quindi già nel 1876 Jablochkoff tentò, colla sua lampada a carboni paralleli, di risolvere il problema dell'illuminazione pubblica, riportando brillanti ma non duraturi successi durante l'esposizione di Parigi del 1878 e nella pubblica illuminazione a Parigi, a Londra e altrove; nel 1879 se ne erano già installate circa 1500. Ma il sistema non era pratico per sè stesso; e d'altronde la lam-

---

(1) Le unità per la misura delle grandezze elettromagnetiche adottate nel Congresso di Chicago del 1893 e confermate dippoi, sono diverse; ma qui gioverà rammentare soltanto le principali.

Ciò che misura una *corrente* elettrica è la sua *intensità*, ed ha per unità l'*Ampère*, che è la corrente capace di precipitare 0,001118 grammi d'argento al secondo in una soluzione di nitrato d'argento. La *quantità*, poi, è la corrente che passa al secondo quando ha l'intensità di 1 ampère.

Un conduttore offre, al passaggio della corrente una resistenza, la cui unità, detta *Ohm*, è la resistenza che offrirebbe al passaggio della corrente una colonna di mercurio a 0°, alta 1.063 m. e di 1 mm^2 di sezione.

La *forza elettromotrice* (corrispondente a ciò che spesso si esprime anche con la parola *tensione*) ha per unità il *Volt*, cioè la forza elettromotrice che, agendo in un conduttore di 1 *Ohm* di resistenza, produce la corrente di 1 ampère.

La *potenza*, infine, di una corrente, si esprime in *Watt* (w), che è il lavoro corrispondente al passaggio di 1 ampère al 1" in un filo che abbia la resistenza di 1 Ohm; ed è eguale a circa 0,00136 cavalli vapore (HP): per cui 1 HP = 735 w = 7,35 hw (ettowatt) = 0,735 kw (chilovatt).

pada ad arco non si prestava, come non si presta neppur oggi, alla minuta suddivisione della luce richiesta dalla illuminazione pubblica e molto più ancora dalla privata. Bisognava trovare un altro sistema di illuminazione elettrica, e fu l'incandescenza: sistema introdotto per la prima volta da T. A. Edison, e che costituisce ancora per quest'ultimo il più gran titolo di gloria, non ostante le altre singolari invenzioni del suo genio straordinario.

L'idea di ottenere la luce portando ad incandescenza un corpo senza permettergli di consumarsi, era già stata messa avanti prima dell'invenzioue di Edison, fra gli altri da Lediguine a Pietroburgo nel 1877; ma spetta a Edison l'onore di aver dato, nel 1878, la prima lampada a incandescenza pratica. Fu lui che additò il materiale più adatto e i processi delicatissimi per assicurare nelle lampade un vuoto estremo e ritardarne il più possibile l'estinzione. Così circa 25 anni sono passati, durante i quali, non ostante la concorrenza di altre lampade analoghe, come la Swan, la lampada Edison a filamento di bambù carbonizzato, rimasero senza concorrenti, sinchè, per l'iniziativa di Nernst dapprima, e poi per opera di altri inventori, venne a poco a poco sostituita dalle nuove lampade a filamento metallico, altrettanto durevoli, ma due o tre volte più economiche; il tantalio, l'osmio, lo zirconio, sono ora i materiali preferibilmente adoperati, e costituiscono il mezzo di illuminazione più economico per l'uso privato. L'arco aperto o racchiuso o metallizzato, è riservato all'illuminazione pubblica, all'aperto e pei grandi ambienti. È a queste brillanti applicazioni della corrente fornita dalle dinamo che dobbiamo lo straordinario progresso conseguito nell'illuminazione pubblica e privata; ma altri e ben più significanti progressi si stavano maturando nell'istesso periodo di tempo in cui si assicurava l'avvenire della luce elettrica.

È noto che un felice azzardo, che si verificò nei locali dell'Esposizione di Vienna del 1873, lo sbaglio di un meccanico, il quale, invece di collegare una dinamo a un circuito da attivare, l'unì ad un circuito in cui già circolava una corrente, rese manifesta la reversibilità della macchina, cioè la possibilità di mettere in moto una dinamo mediante una corrente collegata ai suoi poli: in una parola, la possibilità di trasmettere l'energia elettrica circolante in un filo a una dinamo, diventata un motore, o a un numero qualsiasi di motori consimili distribuiti lungo il circuito del filo. Da quel momento data la grande evoluzione industriale ed economica che caratterizza la fine del secolo decimonono, la

soluzione del problema, tanto vanamente cercata da più di mezzo secolo, di trasmettere a grande distanza le forze naturali delle acque cadenti dalle loro sorgenti al mare. Dovunque queste forze si possono raccogliere e concentrare, il movimento dei motori idraulici che le utilizzano si trasmette alle dinamo generatrici, nelle quali l'energia dell'acqua cadente si converte in energia elettrica; e questa, lanciata nei fili, è distribuita a grandi distanze ai motori elettrici che la utilizzano negli opifici industriali, o agli apparecchi che l'impiegano direttamente per i processi chimici, l'illuminazione e il riscaldamento.

Dimostrata la reversibilità della dinamo, H. Fontaine ne tentò subito l'applicazione alla trasmissione dell'energia a distanza; ma chi dimostrò più evidentemente la portata della scoperta, fu Marcel Deprez, dal 1881 al 1884, coi suoi celebri esperimenti e sopratutto con quello tentato nel 1884, trasmettendo una forza di alcune decine di cavalli fra Creil e La Chapelle, alla distanza di 56 chilometri. Benchè sussidiato da potenti finanzieri, il tentativo non ebbe seguito, sopratutto per la difficoltà, che allora si era incontrata, di generare e isolare sulla dinamo una corrente continua ad alta tensione. Non ostante questa difficoltà, però, Thury di Ginevra potè più tardi, nel 1889, fare il grande impianto di trasmissione di Isoverde per la Società Deferrari-Galliera di Genova, colla corrente continua; impianto, che venne, del resto, trasformato più tardi, come si vedrà più avanti (1).

Gli ostacoli all'impiego di alte tensioni nelle dinamo e anche, ma meno gravi, nelle condutture aeree, dipendono dalla tendenza

(1) Le difficoltà principali degli impianti a corrente continua dipendono dalla necessità di mettere in serie le dinamo per raggiungere le alte tensioni indispensabili per la economia delle condutture, ma difficilmente applicabili alle macchine. Il trasporto, in tal caso, si fa a intensità costante di corrente e tensione variabile secondo il consumo: ciò che importa un modo speciale di regolazione dell'impianto, meno pratico di quello degli impianti a corrente alternata. Nondimeno Thury fa ancora impianti di questo tipo, con tensioni altrettanto alte quanto quelle usate per le correnti alternate; così sono quattro anni che funziona l'impianto da lui fatto pel trasporto di 4300 kw da Moutier a Lione, a 180 km. di distanza, alla tensione di 57,600 volt, con due fili di 9 mm. di diametro; ed ora si tratta di ampliarlo, elevando la tensione sino a 100,000 volt, con due nuove stazioni messe in serie coll'esistente, trasportando 10,000 kw.

Per le suesposte difficoltà, si preferisce l'impiego delle correnti alternate per i grandi trasporti; ma siccome i motori a corrente continua sono i migliori che si conoscano, così può convenire di adottare la corrente continua per la distribuzione, mantenendo la corrente alternata per il trasporto e poi convertendola in continua per distribuirla, in causa della semplicità del sistema e delle eccellenti qualità dei motori. Ciò si fa normalmente negli impianti americani, e si fa anche, benchè più di rado, in Europa, come fra noi a Milano e a Torino.

ai disperdimenti e alle scariche di corrente, tanto più forte e pericolosa quanto più la tensione è elevata. Ora, l'energia trasmessa è proporzionale contemporaneamente alla quantità e alla tensione della corrente, cosicchè una determinata energia può essere trasmessa con grandi intensità di corrente e piccole tensioni, e vi ceversa; ma è chiaro, che quanto più alta è la tensione e più piccola la quantità della corrente, tanto minore diventa la sezione necessaria dei conduttori destinati a portarla, o, per dir meglio, a guidarla. C'è adunque, dal punto di vista dell'economia del peso di rame richiesto per trasmettere l'energia a una data distanza, un grandissimo interesse a trasmettere le correnti alla più alta tensione possibile. Ora alle difficoltà accennate delle alte tensioni, si è andato provvedendo sempre meglio con più accurati isolamenti dei fili, tanto sulle macchine, quanto sulle linee, con opportuni rivestimenti per le prime e con isolatori più perfezionati sulle seconde: quindi le tensioni ammissibili nelle macchine e nelle condutture sono andate continuamente aumentando, sempre, però, in misura notevolmente minore per le macchine, in causa della contiguità dei fili in cui circola la corrente, che non sulle condutture aeree. Data questa diversità di condizioni fra macchine e condutture, si comprende come il problema di trasmettere a distanza una data energia in condizioni economicamente convenienti appariva di difficile soluzione usando le correnti continue, non potendo elevare la tensione nelle dinamo a quel grado al quale, per l'economia del costo del rame e quindi in quello dell'impianto, sarebbe giovato di elevarla nella conduttura; a meno di non metterle in serie, complicando impianto ed esercizio, come si è accennato precedentemente.

Tale era, dopo la fortunata scoperta dell'invertibilità della dinamo, lo stato della questione della trasmissione a distanza dell'energia, quando una nuova scoperta diede il mezzo di risolvere il problema nel modo più completo, compatibilmente coi limiti sino ai quali è stato permesso finora di elevare la tensione nelle condutture aeree.

Già sino dal 1883 si era dimostrata la possibilità di trasmettere le correnti alternate, in luogo delle continue: correnti, cioè, alternativamente positive e negative, con periodo comunque variabile; e di queste correnti, prodotte con macchine dinamo-elettriche sullo stesso principio di quelle per correnti continue, e chiamate più propriamente *alternatori*, si fece uso, in quel torno di tempo, per la trasmissione, come colle correnti continue. Si aprì in quello

stesso tempo l'Esposizione di Torino del 1884; e in essa apparve una mirabile invenzione, affatto paragonabile, per importanza, all'invenzione stessa della dinamo: quella, cioè, dei *trasformatori* presentati dal francese Gaulard. Il principio di questi trasformatori è il seguente: se attorno a un circuito (detto primario), in cui circola una corrente alternata, si dispone un altro circuito di filo di diverso diametro (circuito secondario), in questo si indurrà una corrente alternata equivalente, i cui fattori, cioè quantità e tensione diversificano da quelli della corrente induttrice, nel senso che la tensione è tanto più alta, e la quantità, per conseguenza, tanto minore, quanto più il filo secondario è sottile rispetto al primario: e viceversa. Il fenomeno è analogo a quello che si verifica nel vecchio rocchetto di Ruhmkorff; ma sino al 1884, a nessuno era venuto in mente di riprodurlo per lo scopo di trasmettere a distanza una corrente elettrica.

Immediatamente si comprese l'importanza dell'invenzione. Poichè per ridurre al minimo il costo delle condutture di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica, è necessario di adottare per queste linee le più alte tensioni ammissibili, e d'altra parte queste altissime tensioni non è sempre possibile nè conveniente di raggiungerle nelle dinamo generatrici della corrente, nè, sopra tutto, nei così detti quadri di distribuzione, così il problema poteva venir risolto coi trasformatori Gaulard: generando, cioè, la corrente alle tensioni permesse o convenienti per le dinamo, poi trasformandola in corrente alla più alta tensione compatibile colla sicurezza e coll'economia, e lanciandola nella linea (1) Tale è il sistema adottato nella generalità dei grandi impianti moderni per trasmettere a distanza l'energia elettrica: una stazione centrale generatrice con motori, idraulici o termici, e alternatori, con trasformatori, ove occorrano, dalla tensione delle macchine a quella della linea, e una linea ad alta tensione; salvo ritrasformare l'alta tensione della linea in una tensione più bassa per le linee di distribuzione nelle strade e nei fabbricati.

Quanto l'invenzione valesse, fu subito dimostrato durante la

---

(1) Ci sono impianti, nei quali non si trasforma la tensione, ma si adotta per la linea la stessa tensione alla quale la corrente è generata; in questo caso non si può oltrepassare un certo limite di tensione. Da noi, per esempio, ci sono impianti senza trasformazione, da 20,000 sino a 30,000 volt (a 30,000 volt funzionano dal 1906 gli alternatori trifasi dell'impianto di Subiaco della Società anglo-romana di Roma, cosicchè la corrente si trasmette con questa elevata tensione da Subiaco a Roma, senza trasformatori; eguale sistema fu seguito nell'impianto successivo di Arci, del 1910).

stessa Esposizione colla memorabile trasmissione fra Torino e Lanzo, fatta e controllata col concorso dei più celebri elettricisti del tempo. Una prima applicazione ne fu fatta da Gaulard stesso a Tivoli nell'anno successivo; ma il vero e grande svolgimento pratico del principio di Gaulard cominciò a manifestarsi dalla data dell'Esposizione di Budapest del 1885, dove per opera della nota ditta Ganz fu fatta la prova dei nuovi trasformatori dovuti a Zipernosky, Dery e Blathy, che al sistema di trasformazione ideato da Gaulard diedero un tipo pratico e definitivo. Questi trasformatori servono, come si disse, solamente per le correnti alternate, tanto per elevare quanto per abbassare la tensione della corrente primaria in essi introdotta. La loro teoria fu svolta in un classico lavoro di Galileo Ferraris.

Ormai lo schema della trasmissione a distanza dell'energia elettrica trovavasi nettamente disegnato. I diversi particolari che si vennero man mano svolgendo, non fecero che perfezionarlo ed estenderne la portata. Agli alternatori a corrente alternata semplice si sono sostituiti gli alternatori polifasi: vale a dire alternatori nei quali due o tre correnti alternate monofasi si sovrappongono a intervalli regolari in un medesimo periodo. Gli alternatori trifasi sono quelli generalmente usati oggi, e forniscono una corrente che viene portata a distanza e distribuita per mezzo di tre fili conduttori, trasformata, ove occorra, da bassa ad alta tensione, mediante trasformatori corrispondenti (1). La prova definitiva di questo tipo di alternatori fu fatta nel celebre esperimento fra Laufen e Francoforte del 1891, quando con tre fili di 4 mm. di diametro si trasmisero, fra le due stazioni, 300 cavalli di forza a 175 chilometri di distanza, con un rendimento di 72 a 75 %. Fu in quella circostanza che si dimostrò la grande utilità pratica dei motori così detti asincroni (che ancora oggi costituiscono da noi la grande maggioranza dei motori in uso nei trasporti di forza) basati sul principio del campo magnetico rotante, detto campo Ferraris dal nome del nostro illustre scienziato che ne aveva trovato e dimostrato il principio qualche anno prima, nel 1885. È quindi dal 1891, si può dire, che data il tipo più generalmente adottato per la trasmissione elettrica dell'energia nei grandi impianti moderni. Esso possiede quasi tutti i requisiti che

(1) Il sistema bifase fu provato da Ferraris nel 1886; quanto al sistema trifase, non si sa con certezza se fosse proposto prima da Dobrowolsky, come generalmente si ritiene, oppure dall'americano Tesla.

l'industria può richiedere; ma dove non soddisfa, si può sempre ricorrere all'eccellente motore a corrente continua. A tal uopo, basta trasformare la corrente alternata in corrente continua: ciò che si fa per mezzo di macchine convertitrici (*convertitori*) dell'una nell'altra corrente. Questo metodo è adottato in parecchi casi anche in Italia, e trova un largo impiego specialmente negli impianti americani (1).

La regolazione delle reti di distribuzione di correnti alternate, si fa mantenendo costante la tensione della corrente distribuita e variando opportunamente l'intensità della medesima secondo il consumo. Dalla così detta *Centrale*, che è l'officina generatrice della corrente distribuita, si sorveglia tutto l'andamento della rete mediante i *quadri*, contenenti gli strumenti indicatori e gli organi di regolazione, a seconda delle indicazioni che dai punti principali della rete vengono trasmesse alla Centrale. La rete stessa è in generale alimentata dalla Centrale per mezzo di conduttori o fili *alimentatori* che portano la corrente in punti opportunamente scelti della rete, sulle indicazioni dei quali è regolata la distribuzione. I sistemi di distribuzione e regolazione possono del resto modificarsi secondo i casi.

Siccome il così detto *carico* della rete varia ordinariamente più o meno secondo le ore della giornata, così, per utilizzare più che è possibile l'energia disponibile, la quale deve provvedere anche ai massimi carichi della giornata, talvolta molto superiori al carico medio, giova qualche volta introdurre nella rete una o più batterie di *accumulatori*. Questi, come è noto, constano di pile secondarie a base di lastre di piombo, le quali sono veri serbatoi d'elettricità, immagazzinandola quando la fornitura di corrente è in eccesso sul consumo, e versandola nella rete quando il consumo diventa superiore alla quantità fornita dalla Centrale.

Infiniti piccoli perfezionamenti contribuirono a facilitare sempre più le applicazioni della trasmissione elettrica dell'energia; ma sopratutto l'elevazione progressiva della tensione sulle dinamo e sulle linee, quella che permise di trasmettere l'energia a distanze dapprima ritenute irraggiungibili, in condizioni economiche sempre

(1) Non ostante la generale diffusione del sistema trifase, esistono ancora impianti a corrente alternata semplice o monofase. I primi impianti di trasmissione in Italia furono fatti con correnti monofasi a Roma, a Milano, a Venezia, a Palermo e altrove; ma furono bentosto surrogati da impianti trifasi dappertutto, salvo in qualche caso speciale, come a Palermo per la *Società sicula imprese elettriche*.

migliori. Nei primi tempi di queste applicazioni, 3000 a 4000 volt sulle dinamo e 5000 a 6000 sulle linee sembravano i massimi limiti possibili. La installazione di Tivoli, aperta all'esercizio nel 1892, funzionava a 5000 volt; in quella di Paderno, del 1898, che fu la più grande installazione del tempo, la tensione sulle macchine e sulla linea veniva stabilita a 14,000 volt, e parve un grande ardimento; in California si tentarono dippoi le prime linee a tensioni maggiori, sino a 30 o 40 mila volt (1), e si descrissero i fenomeni impressionanti (stridore, visibilità notturna dei fili nella linea di Telluride a 59 mila volt) che si manifestavano per le fughe di corrente dai fili aerei alla terra; oggi, grazie sopratutto al perfezionamento degli isolatori sostenenti i fili, si può andare normalmente a 65-75 mila volt (impianto dell'Adamello) e anche a 80,000 (nuovo impianto sul Pescara), e persino a 135,000 volt (Cook Falls, Michigan). Corrispondentemente all'aumento del voltaggio, le distanze alle quali si può economicamente trasmettere l'energia elettrica sono andate aumentando, dai primi 35 o 40 chilometri che apparivano un ardimento all'epoca dell'impianto di Paderno, a 150 chilometri dell'impianto comunale milanese, ai 160 chilometri di quello del Toce, ai 180 km. del trasporto di Brusio della Società Lombarda, e alle 300 miglia della linea americana dell'Ontario, con tesate dapprima di 50 e 60 m., poi sino a 180 e 280 m., come da noi sulle linee dell'Adamello e del Brembo (2). Ed è probabile che questi limiti saranno superati.

---

(1) Si assicura però che la tensione di 30,000 volt sia stata adottata per la prima volta in Italia sulla linea elettrica Cenisio-Torino, nel 1902.

(2) Potrà riuscire interessante il conoscere i dati più importanti nel riguardo della distanza di trasmissione, degli alti voltaggi adottati e delle proporzioni delle dinamo usate nei più recenti impianti per trasporto di energia.

La più alta tensione adottata sinora è quella del trasporto d'energia dalle Cook Falls (Michigan) a Battle Creek: si trasportano 9000 kw alla tensione di 135,000 volt su una linea di 190 miglia (più di 300 km.). — A 110,000 volt funzionano le linee dell'Ontario River (30,000 kw. trasportati a 300 miglia), della Grand Rapids Muskegon Power Co. (10,000 kw a 50 miglia), delle De Moines Rapids of Mississipi River a St. Louis (75,000 kw a 140 miglia) e dell'Ohio Brass Co. — A 100,000 volt sono le linee della Southern Power Co. (65,000 kw.) e della Central Colorado Co. (10,000 kw. a 153 miglia). — Tutte queste linee ad altissima tensione sono fornite di potenti isolatori a sospensione, di nuovo modello, con alti pali e lunghe tesate da 160 sino a 370 metri. Questi impianti trovansi nel Nord-America.

La potenza delle così dette *unità*, ossia dei singoli alternatori colle rispettive turbine motrici, è anche andata sempre aumentando, sino a più di 10,000 e anche sino a 15,000 HP (Centrale di Bjukan, Svezia), con cadute che vanno fino a 500 m. e anche molto di più (impianto italiano dell'Adamello, 900 e 470 m.).

II.

Forze idrauliche italiane.

L'Italia, circondata dalle Alpi e percorsa nella sua lunghezza dall'Appennino, è uno dei paesi più ricchi d'acqua e di alte cadute. La regione più ricca è la valle del Po, i cui confluenti provenienti dalle Alpi hanno una abbondanza d'acqua e una regolarità di regime assai maggiori di quelli provenienti dall'Appennino; ma non mancano d'importanza anche i corsi d'acqua che scendono dall'Appennino verso l'Adriatico da una parte e il Tirreno dall'altra: il Reno, il Pescara, l'Ofanto, l'Arno, il Volturno. Meno importanti sono i corsi d'acqua delle isole, salvo quelli della regione Etnea e pochi altri corsi minori.

L'ammontare totale della forza praticamente ricavabile da questi corsi d'acqua, è stato diversamente valutato.

Tenendo conto soltanto delle cadute effettivamente utilizzabili, l'autore di queste note lo ha calcolato e lo calcola tuttora nella misura approssimata di 3 milioni di cavalli; questa valutazione non si discosta molto da quelle ottenute con diversi criteri da altri. Infatti risulta dagli studî fatti da una Commissione nominata nel 1898 presso il Ministero delle Finanze, che la totale forza idraulica italiana si riteneva ammontasse a 2,642,000 cavalli, tenendo conto delle sole cadute montane; e che tenendo conto anche delle altre cadute possibili, si arrivava ad oltre 5 milioni di cavalli. Alla cifra di 2,642,000 HP contribuirebbero il Piemonte e la Liguria per il 24 %. il Lombardo-Veneto per circa il 15 %, l'Italia centrale pel 25 %, l'Italia meridionale e le isole per il resto; ma su questa ripartizione si possono fare delle riserve. Un'altra valutazione fu annunciata nel 1900 nella Esposizione finanziaria dal ministro del Tesoro, on. Rubini; essa dà un totale di 2,162,764 cavalli disponibili, tenendo conto dei salti che si possono utilizzare, mentre la forza effettivamente utilizzata fino a quell'anno ammonterebbe soltanto a 491,203 cavalli. Vi contribuirebbero, in cifre tonde, l'Italia settentrionale pel 37,1 % della forza utilizzata e pel 38 ½ % della forza utilizzabile, l'Italia centrale rispettivamente per 42,3 e 22,5 %, l'Italia meridionale pel 19,1 e 32,5 %, le isole per 1,5 e 6,5 %.

Cifre degne di osservazione sono quelle pubblicate dall'ing. Per-

doni nel 1902 che sono frutto di una diligente indagine. Esse si riferiscono solo all'Italia continentale, e comprendono 744 corsi d'acqua colle loro portate in magra ordinaria e massima, e le loro cadute utilizzabili. L'elenco dà una portata complessiva di 3500 m³ al 1″ in magra ordinaria, e 750 m³ in massima magra; e una forza complessiva disponibile, in cifre tonde, di 19,700,000 HP nel primo caso, e di 4,650,000 HP nel secondo, ritenendo che le cadute utilizzabili, assegnate per cadaun corso d'acqua, sieno fra 200 e 900 m. Questa valutazione pecca probabilmente in eccesso, sopratutto nell'apprezzamento delle cadute disponibili, cosicchè essa può valere come un limite massimo, mentre gli apprezzamenti ufficiali del 1898 e del 1900 possono rappresentare un limite minimo. Chi scrive è quindi tanto più proclive a ritenere attendibile la cifra di 3 milioni di cavalli disponibili per tutto l'anno, determinata con criterî più ristretti di quelli adottati dall'ingegnere Perdoni quanto alle cadute disponibili. In questo apprezzamento concorda anche l'on. Nitti nel suo rimarchevole lavoro su *Le forze idrauliche dell'Italia.* Quanto ad altri apprezzamenti sommarî, che farebbero salire la forza disponibile in Italia a 6 e persino a 10 milioni di cavalli, non pare sia il caso di prenderli in considerazione, a meno che non includano anche le forze di problematica utilizzazione.

Se calcolazioni di questa natura sono incerte fra noi, non lo sono meno presso le nazioni vicine. Così in Francia, per esempio, che ha nella regione alpina grandi riserve di forza idraulica, regnano dispareri sull'apprezzamento delle forze disponibili, l'ingegnere René Tavernier le valuta a 5 milioni di cavalli per la regione alpina, e a 10 milioni per tutta la Francia: ma questa ultima cifra è stata contestata e ridotta a 6 milioni e anche meno. Nella Svizzera la forza disponibile fu valutata a circa 580,000 HP in acque medie e a circa 250,000 in magra e non è improbabile che la valutazione sia piuttosto inferiore che superiore al vero.

Per farsi un concetto esatto della forza totale idraulica disponibile in Italia, bisogna tener conto di un'importante considerazione. È prudente di basarsi sulle minime magre: ma ciò non è nè esatto, nè praticamente sempre rispondente al vero.

Quando le magre minime hanno un periodo breve di durata nell'anno è evidente che converrà sempre contare sulle magre ordinarie ed anche su un regime superiore alla magra ordinaria, salvo supplire alle deficienze con un motore sussidiario termico,

a vapore o ad essenza; e ciò tanto più, in quanto in parecchi casi, come per esempio negli impianti di illuminazione pubblica, una Centrale è di regola provveduta di una o più macchine termiche di scorta. Il motore termico serve così da integratore della forza idraulica, specialmente quando il consumo di forza è molto variabile durante la giornata. Conviene allora figurarsi il diagramma del consumo, ed eliminare le *punte*, cioè i periodi di eccesso di consumo in confronto alla media normale, coll'introduzione della forza motrice sussidiaria termica e anche, se occorre, di batterie di accumulatori. Questa forza sussidiaria può quindi permettere di basarsi su un regime superiore a quello delle massime magre.

Ma v'ha di più. Se le condizioni delle valli dove fluisce il corso d'acqua lo permettono, si possono utilizzare come serbatoi i laghi montani esistenti nella località della presa d'acqua, oppure sbarrare e convertire in serbatoio o lago artificiale un tratto della valle, per accumulare le acque eccedenti l'erogazione in tempi di morbida e di piena, e lasciarle effluire nei periodi di magra.

Così, secondo la capacità del serbatoio, il regime del fiume, e il regime della Centrale, può esser possibile di utilizzare un corso d'acqua con una portata costante, più o meno superiore alla minima. Di questi serbatoi gli impianti elettrici italiani hanno, come si vedrà in seguito, interessanti esempi. Naturalmente, la creazione di simili serbatoi non si fa, se non quando le ingenti spese che essa esige trovino un compenso adeguato nella maggior energia idraulica continua, della quale si può, grazie a loro, disporre.

È certo dunque, che, tenendo conto delle suesposte circostanze, l'industria nazionale potrà trarre dai corsi d'acqua un'energia notevolmente maggiore dei tre milioni di cavalli che probabilmente rappresentano la forza disponibile nel regime di magra.

Coll'abbondanza di forze idrauliche che il nostro paese possiede, è naturale che gli impianti di trasmissione d'energia mossi dal vapore, o in generale da motori termici, debbano formare minoranza; e infatti, mentre il primo impianto elettrico fatto in Italia nel 1882 a Milano fu a vapore, alla fine del 1898, sopra 2264 impianti, ce n'erano 1121 a vapore o a gas, e 1143 idraulici o misti, con 65,000 cavalli idraulici e 52,000 termici; e alla fine del 1908 si riteneva che sopra un totale di circa 760,000 cavalli, ce ne fossero 610,000 idraulici contro 150,000 termici (1). Per

(1) Queste cifre della fine del 1908 sono state date dall'ing. Semenza in una notevole lettura fatta al Congresso degli ingegneri e architetti italiani a Firenze nel 1909.

quanto si dirà in seguito, questa proporzione dovrebbe essere alquanto modificata; ma in ogni modo, tenendo conto della circostanza che oggi i motori termici si usano nella maggior parte dei casi come riserva, o come complemento alla deficienza eventuale dell'acqua, si vede l'aumento continuo dell'utilizzazione delle forze idrauliche disponibili, in confronto all'impiego diretto dei motori termici (1).

In queste circostanze, la migliore utilizzazione dell'acqua per animare i generatori elettrici doveva apparire, come apparve, una questione di primaria importanza. Ora, al principio di questo fecondo periodo 1883-1909, erano in uso eccellenti motori idraulici che utilizzavano le moderate cadute, dalle quali bastava trarre partito, poichè, non essendoci mezzi pratici per portare e distribuire l'energia a distanza, ogni opificio doveva avere il proprio motore. Ma, risolto il problema di trasportare l'energia a considerevoli distanze, la questione tecnica cambiò radicalmente d'aspetto; non più singoli impianti disseminati lungo un corso d'acqua, cadauno utilizzando la propria frazione di caduta, ma grandi impianti centrali, utilizzanti la massima forza disponibile dell'acqua lungo il suo corso o lungo la parte più importante del suo corso, e quindi con la più grande caduta possibile, per distribuirla su una intera regione.

Dell'antica ruota idraulica, il primo motore ad acqua conosciuto, cantato da Antiparo, non si parla ormai più; e i motori più moderni, le turbine Fontaine e Jonval e le stesse turbine Girard, più non essendo adatti alle nuove condizioni del problema, sono pressochè caduti in disuso; e il loro posto è stato preso dalle turbine Francis e dalle ruote Pelton, atte a smaltire grandi volumi d'acqua, con cadute comunque elevate (sino a 900 m. nel primo salto dell'Adamello). La ditta Ing. Riva e C. di Milano si è fatta una

(1) I motori termici applicati negli impianti elettrici, sono per ora, in maggioranza, motori a vapore: a cilindro sino ad alcuni anni fa, poi a turbina dopo il successo di questi nuovi motori, che si prestano mirabilmente all'applicazione alle macchine dinamo-elettriche: tanto che, dall'unione, sullo stesso asse, di una turbina a vapore, e di un alternatore, è nato il *turbo-alternatore*, ormai esclusivamente adottato nei grandi impianti, costituendo un'*unità* che può raggiungere parecchie migliaia di cavalli. Per gli impianti minori si usano frequentemente i motori a combustione interna, tipo Langen-Wolf; ma ora, in seguito al successo dei motori Diesel, che, per il buon mercato degli idrocarburi impiegati, dànno il cavallo a un prezzo molto ridotto, non è improbabile che questi motori trovino larga applicazione anche in impianti di assai maggior potenza di quelli in cui si applicavano i motori Langen-Wolf.

distinta specialità di questi nuovi motori (1). Così la meccanica idraulica ha seguito di pari passo il progresso dell'elettrotecnica. E anche la scienza delle costruzioni, messa a fronte dei nuovi problemi che esigono grandi sbarramenti, canali e condotti di dimensioni più ordinarie (2), e disposizioni speciali per convogliare e regolare l'acqua motrice, ha sviluppato nuove e poderose risorse; fra queste bisogna annoverare l'impiego dei serbatoi naturali e artificiali, ai quali si è accennato poc'anzi, che ha avuto, in molti casi in cui era possibile, ingegnose applicazioni, con risultati economici considerevoli (3).

III.

Primi impianti italiani.

Prima di conoscere lo stato attuale delle applicazioni elettriche in Italia, può apparire interessante di seguire i primi passi in ordine storico.

Fu nel 1882 che Edison attivò la prima Centrale elettrica a New York nella Pearl Street, dopo una prima prova di Centrale installata provvisoriamente per breve tempo all'Holborn Viaduct di Londra. In quell'anno si era costituito a Milano un Comitato promotore, per incarico del quale, chi scrive, potè studiare sul luogo l'impianto di New York e riprodurlo poi in più larga scala a Milano nell'area dell'antico Teatro di S. Radegonda. Quell'impianto, primo in Italia ed anche in Europa, non essendo stato quello dell'Holborn Viaduct che una piccola installazione d'esperimento, cominciò a funzionare nel 1883 e inaugurò la sua attività coll'illuminazione elettrica del centro della città, e, subito dopo, coll'illuminazione del Teatro Manzoni, e più tardi con quella del

---

(1) Questa ditta, già Riva e Monneret, ha costrutto, sino ad oggi, circa 1700 motori, fra turbine e ruote Pelton, per una forza complessiva di 600 mila cavalli (con diversa potenza, sino ai 12,000 cavalli di cadauna delle ruote Pelton per la Centrale di Grossotto del Municipio di Milano). Essa ha fornito due turbine di 3000 cavalli l'una, anche per un impianto sul Niàgara.

(2) Il nuovo impianto sul Pescara ha tubi di 2100 e 2300 mm. di diametro; quello già Crespi, a Verona, tubi di 2400, e di 2500 quello della Società bergamasca.

(3) Vedansi più avanti, a questo proposito, i serbatoi degli impianti dell'Acquedotto De Ferrari Galliera, dell'Adamello, di Brusio, dell'Idro-elettrica ligure e di altri. Quello dell'Idro-elettrica ligure si distingue dagli altri, se non per le proporzioni, per l'ingegnosità delle sue disposizioni.

Teatro della Scala. Esso aveva nove dinamo Edison a corrente continua, dello stesso tipo *Jumbo* che contemporaneamente funzionava a New York, e restò in attività per alcuni anni con caldaie americane Babcock-Wilcox e motrici a vapore Armington-Sims e Porter-Allen, direttamente accoppiate alle dinamo.

Il Comitato promotore milanese si trasformò più tardi nell'attuale Società Edison, ma di quel primitivo impianto non vi è ora più traccia; il nuovo impianto fu fatto a Porta Volta, e S. Radegonda non accoglie più che i convertitori e le batterie di accumulatori. Prima ancora della costruzione della Centrale di S. Radegonda colle macchine *Jumbo*, un minuscolo servizio d'illuminazione era stato fatto nel vecchio locale del teatro con una piccola dinamo Edison, che la Società tuttora conserva come ricordo storico (1).

Dopo questa prima applicazione in Italia della trasmissione di energia a scopo d'illuminazione col mezzo di una corrente continua, e in seguito all'Esposizione di Torino del 1884, come fu detto avanti, comparvero i primi trasformatori Gaulard. Una prima applicazione di questi fu fatta in un piccolo impianto d'illuminazione elettrica con corrente alternata e trasformatori Ganz all'officina dei Cerchi della Società anglo-romana d'illuminazione. Nel 1887 un simile impianto fu fatto a Palermo, a Treviso e a Terni; nel 1888 e nel 1889 a Livorno, Torino ed altre città minori, e si cominciò anche a trasformare in parte l'antica Centrale Edison di Milano con la corrente alternata e coi trasformatori. Nel 1890, per iniziativa di una società locale, fu attivata la Centrale a corrente alternata per l'illuminazione elettrica del centro di Venezia, che riuscì a meraviglia anche dal punto di vista finanziario e durò sino a che fu assorbita dalla Società del Cellina nel 1905. In quel torno di tempo, anche Napoli ebbe un impianto d'illuminazione elettrica. Tutti questi impianti, fatti dopo il 1885, furono a corrente alternata, e quindi fu e rimase un'eccezione la rimarchevolissima installazione fatta a Isoverde presso Genova, nel 1889, dal ginevrino Thury, con corrente continua, della quale fu già tenuta parola, per la Società De Ferrari-Galliera.

Fino al 1891 le applicazioni dell'elettricità si erano limitate alla pubblica e privata illuminazione; quanto al trasporto di energia con corrente alternata, questo non fu inaugurato in Italia che

(1) Fu in quel tòrno di tempo che la Società Edison fece le prime applicazioni della luce elettrica a bordo di tre grandi piroscafi della Società Raggio: il *Sirio*, l'*Orione* e il *Perseo*.

nel 1892, nel quale anno cominciò a funzionare il trasporto da Tivoli a Roma, a 25 chilometri di distanza, di 2000 cavalli derivati da quelle celebri cascate, coll'impiego della corrente alternata semplice, sistema Ganz, per opera della Società anglo-romana per l'illuminazione di Roma.

Fu il primo trasporto di energia a notevole distanza fatto colla corrente alternata; cosicchè quest'impianto e quello a corrente continua di Isoverde, del 1889, furono le prime grandi manifestazioni nel mondo, dopo gli esperimenti più scientifici che pratici di Creil e di Laufen, del nuovo progresso, che doveva cambiare radicalmente indirizzo all'industria moderna. Non è un piccolo merito dello spirito d'intrapresa dell'industria italiana.

Dopo questi impianti, un altro venne a completare la serie dei progressi compiuti in Italia nel trasporto dell'energia: e fu quello di Paderno, aperto all'esercizio dalla Società Edison di Milano nel 1898, con corrente trifase alla tensione di 14,000 volt, trasportando a Milano, a 35 chilometri di distanza, 13,000 cavalli di forza idraulica attinti alle rapide dell'Adda in quella località. Fu e rimase per qualche tempo il più importante trasporto di energia in Italia e fuori. Così, con questo e coi due trasporti di Isoverde e di Tivoli, si compì in Italia il ciclo delle applicazioni delle meravigliose scoperte fatte in questo campo da Pacinotti, da Ferraris e da tanti altri illustri inventori stranieri.

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Il primo impianto a 110,000 volt in Europa.

L'Ing. Fischinger, per incarico della Società Lauchhammer proprietaria in Lauchhammer (Sassonia) di miniere di carbone e in Gröditz e in Riesa di officine metallurgiche, ha studiato un impianto elettrico atto ad alimentare le dette officine così da eliminare la preparazione e il trasporto delle bricchette di carbone.

La richiesta delle officine di Riesa è prevista in 6000 kw., attualmente provvedendosi al bisogno di energia mediante un impianto a corrente continua iniziato nel 1887; la distanza da Lauchhammer è di circa 50 km.; sul percorso, a 32 km. dalle miniere, trovasi l'officina di Gröditz per la quale sono previsti 600 kw., e che pure era provvista d'una centrale termo-elettrica.

A rendere redditizio l'impianto, fine abbastanza arduo per la necessità di abbandonare non ancora ammortizzati una gran parte dei precedenti impianti elettrici e gli impianti a vapore dei laminatoi, fu stretto un accordo con un consorzio di comuni, in virtù del quale questo si è impegnato ad assorbire altri 600 kw. da diventare col tempo 12,000, provvedendo alla distribuzione con una rete a 60,000 volt per le grandi distanze e a 15,000 per le minori, riallacciate fra loro, facenti entrambi capo alle sottostazioni di Riesa e di Gröditz, e comprendenti 164 distretti, 4 città e 658 comuni: la rete a 60,000 volt comprende una linea di 120 km. di lunghezza che fa capo alle due sottostazioni accennate.

La centrale di produzione in Lauchhammer che deve provvedere anche ad un migliaio di kw. per l'esercizio delle miniere, i 1600 della vecchia officina non essendo più sufficienti, è preventivata per 20,000 kw., ed è posta nella immediata vicinanza della fabbrica di bricchette, così che il carbone disadatto alla loro fabbricazione possa facilmente arrivare, mediante caricamento automatico, alle caldaie.

Queste, che ad impianto completo saranno 18, sono per ora 12

sono grandi caldaie Cornovaglia a 2 focolai con 150 mq. di superficie riscaldata e per 14 atmosfere di pressione, ciascuna per una produzione oraria di 5500 kg. di vapore provvedute di surriscaldatori capaci di portare il vapore fino a 400°; inoltre ogni gruppo di quattro caldaie è provveduto di un economizzatore e di un impianto per il tiraggio meccanico, essendosi rinunziato, anche per le difficoltà del terreno, alla costruzione dei camini.

Le caldaie sono della Hartmann di Chemnitz; i surriscaldatori delle officine Lauchhammer stesse, gli economizzatori della Steinmüller e il tiraggio meccanico del sistema Schwabach.

Dei quattro turbo-alternatori progettati ne sono in opera tre da 5000 kw. per fattore di potenza eguale a 0,8 con 4740 a 5500 volt di tensione; due della A. E. G. e il terzo della Ausburg-Nürnberg in unione alla Siemens.

Per la condensazione è usata l'acqua esaurita dalla miniera, col sussidio, essendo insufficiente, d'un impianto di circolazione.

I morsetti degli alternatori fanno capo a un doppio sistema di barre omnibus a 5000 volt, da cui si partono gli alimentatori per la miniera stessa, che per utilizzare l'impianto bifasico già esistente, impiegano dei trasformatori avvolti col sistema di Scott, e le connessioni coi primari dei trasformatori, che sono quattro da 5000 kw., destinati ad elevare la tensione a 100 e 110,000 volt, a tale tensione essendo pure previsto un doppio sistema di barre omnibus; tutti gli interruttori sono naturalmente in olio e provvisti di comando elettrico a distanza; il materiale è della Siemens.

La linea è costituita da una doppia terna di trecce di rame, ogni treccia essendo formata da 7 fili di 6 mmq.; e considerato che non era possibile porre due palificazioni distinte a tale distanza da evitare sulla terna non in servizio i fenomeni di influenza e di induzione, sono montate su di un'unica palificazione.

È stato scelto il rame anzichè l'alluminio, perchè quest'ultimo ispira all'Autore minor fiducia del rame trafilato, e perchè l'osservanza delle norme del V. D. E. in quanto dipende dal sovraccarico dovuto al ghiaccio avrebbe richiesto, per la necessità contemporanea di grandi campate, frecce troppo grandi e quindi pali troppo elevati.

Erano state previste tesate massime di 150 m. ma all'atto pratico è risultato necessario arrivare anche a campate di 200 m.; qualche difficoltà ha presentato la traversata dell'Elba, che è stata eseguita in vicinanza d'un ponte ferroviario, che già obbliga i battelli ad abbassare alberi e fumaioli, mediante semplici trecce

di rame formate ciascuna da 7 fili di 10 mmq., e così tese da dar luogo a un coefficiente di sicurezza eguale a cinque nelle più sfavorevoli condizioni di temperatura e di sovraccarico.

Può sembrare eccessiva la tensione di 100,000 volt per una trasmissione di 15,000 kw. a 50 km.; ma l'Autore ha scelto questa tensione per ridurre le oscillazioni della tensione, data la contemporanea presenza di laminatoi e di utenti luce e la necessità di alimentare le lampade attraverso ben quattro trasformatori. La tensione massima standardizzata, 65,000 volt, doveva essere esclusa per l'enorme quantità di rame richiesta a raggiungere lo scopo ora accennato (trecce da 120 anzichè da 42 mmq.); dovendo quindi egualmente costruire apparati speciali è risultata più economica la tensione di 100,000 volt che l'altra presa in esame di 85,000, la quale avrebbe ancora richiesto trecce da 70 mmq. Anzi la tensione scelta offre forse una sicurezza di esercizio maggiore che la seconda per quanto riguarda il pericolo delle sovratensioni, le quali alla distanza tra i fili della trasmissione di m. 1,78 non possono forse arrivare che ai 130,000 volt rendendo quasi superflua ogni speciale protezione; infatti questa è stata limitata alla sola stazione di produzione in Lauchhammer mediante bobine d'induzione e scaricatori a corna provvisti di resistenze di terra. Per l'allontanamento dell'elettricità statica, l'Autore ha preferito all'azione degli zampilli d'acqua la messa a terra del centro della stella dell'avvolgimento ad alla tensione dei tras formatori di misura.

Per l'isolamento furono normalmente impiegate serie di cinque isolatori pendenti della fabbrica di Hermsdorf, e gruppi invece di sei isolatori di trazione, cioè colla catena orizzontale, in corrispondenza ai pali d'angolo, e a quelli dove era destinato lo scambio dei fili di ciascuna terna per la riduzione dei fenomeni d'induzione; questi secondi isolatori essendo stati invece forniti da Rosenthal.

Allo scopo ora accennato la linea è stata divisa sulle indicazioni di Ulbricht in 36 tronchi formanti 12 gruppi di 3 tronchi ciascuno.

I pali sono a traliccio di due tipi, più debole per l'isolamento pendente, più robusto per l'isolamento orizzontale, le due terne di fili essendo sostenute da un sistema di mensole in modo da mettere i punti di sostegno di ciascuna terna ai vertici d'un triangolo equilatero; una corda di acciaio da 50 mmq. accompagna la trasmissione sul vertice dei pali come filo di guardia contro le scariche atmosferiche; inoltre, essendo i pali murati nel calcestruzzo,

ciascuno è provvisto fuori della fondazione d'una messa a terra accurata.

Speciali disposizioni sono state prese in corrispondenza degli attraversamenti delle ferrovie e delle linee telegrafiche e telefoniche con due e a richiesta dell'amministrazione telegrafica anche tre catene di isolatori in parallelo e con passerelle metalliche in più.

Si è finalmente avuto cura di disporre appropriati parafili metallici al disotto di ciascun punto di sostegno dei fili, atti a mettere questi a terra nel caso di rottura degli isolatori e a meglio proteggere gli isolatori dalle scariche atmosferiche, e di abbattere tutti gli alberi capaci di cadere sulla trasmissione.

La trasmissione è stata costruita in economia.

In ciascuna delle due sottostazioni di Gröditz e di Riesa è montato un trasformatore da 7000 kva. riducendo la tensione a 60,000 volt per i bisogni dell'accennato consorzio, mentre per il servizio delle officine sociali sono stati installati due trasformatori da 3000 kva. per 15,000 volt al secondario a Gröditz e due da 6000 kva. per 2000 volt al secondario a Riesa, alimentanti poi mediante altri trasformatori altri circuiti, tra cui in parte quelli a 15,000 del consorzio, e tutto ciò per risparmiare sul numero dei trasformatori a 100,000 volt.

La regolazione della tensione è fatta nell'officina di produzione mediante regolatori Tirrill, così che sieno mantenuti i 100,000 volt a metà strada fra le due sotto-stazioni, un'ulteriore regolazione è fatta sulla rete a 15,000 volt a cura del consorzio.

Le sottostazioni che hanno, come si può immaginare, notevoli dimensioni, sono state equipaggiate dalla A. E. G.

L'esercizio venne aperto nel novembre del corrente anno.

I turbo-compressori della A. E. G.

Queste macchine sono costruite, seguendo lo stesso principio dei ventilatori centrifughi, a salti multipli di pressione, nei quali il fluido che si vuol comprimere si muove in direzione radiale, contrariamente a quanto si verifica in altri sistemi, ad esempio nei compressori Parsons, nei quali esso si sposta assialmente come nelle ordinarie turbine a vapore.

I turbo-compressori della A. E. G. sono costituiti essenzialmente da ruote mobili a pale, disposte in serie in numero da 1

a 26 a seconda del grado di compressione finale che si vuol ottenere; il numero massimo di ruote calettate sullo stesso asse varia da 8 a 12.

Le ruote a pale ruotano in una serie di camere o distributori che guidano il gas da comprimere in modo che attraverso la prima ruota a pale viene aspirato dal centro tutto il volume del gas da comprimere e lanciato perifericamente alla seconda ruota mobile e così di seguito fino ad ottenere la pressione voluta.

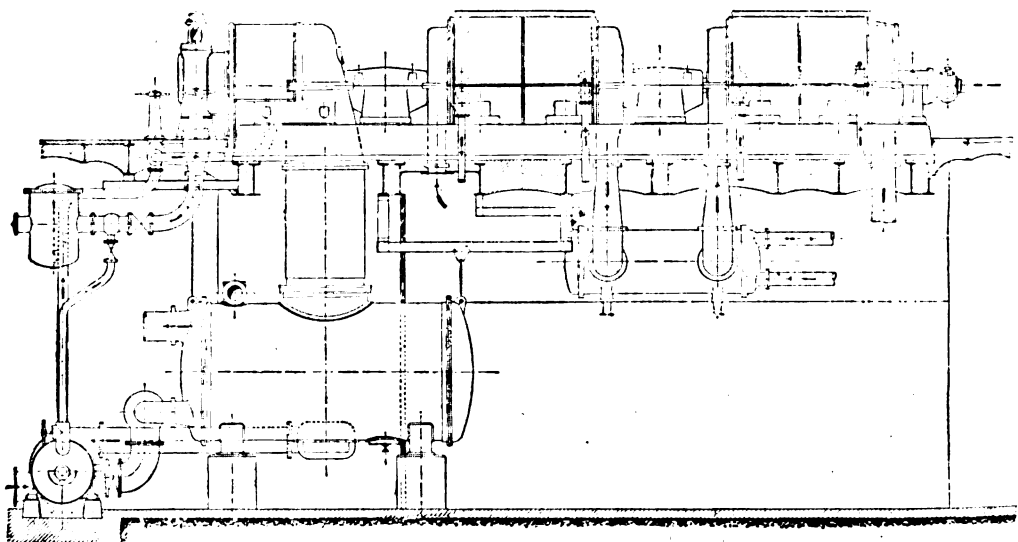



Fig. 1.

Il processo di compressione ha luogo per il fatto che le ruote mobili trasmettono al fluido una velocità molto alta che può raggiungere i 150 metri al minuto secondo, la quale si trasforma in pressione in parte attraverso i canali formati dalle successive pale ed in parte nel distributore che circonda ciascuna ruota.

La compressione e l'attrito che il gas subisce contro le pareti determinano un notevole aumento della temperatura specialmente nel passaggio attraverso le prime ruote, per cui, nonostante il raffreddamento provocato da una continua circolazione d'acqua la temperatura può salire da 20° fino a 100° C.; nei successivi gruppi di ruote mobili dove la compressione è maggiore la temperatura del fluido si abbassa o resta al più costante (compressione isotermica) a seconda dell'intensità del raffreddamento e dal grado di densità acquistato dal fluido, in quanto il gas tanto

più facilmente cede calore alle pareti refrigeranti colle quali è a contatto, quanto maggiore è la sua densità.

Il cambiamento di stato che il fluido subisce nel turbo-compressore è pertanto politropico ed il rapporto fra la pressione p ed il volume v si può indicare con:

$$p \cdot v^n = \text{costante}$$

dove in generale il valore di n è un numero compreso fra 1 e 1.5.

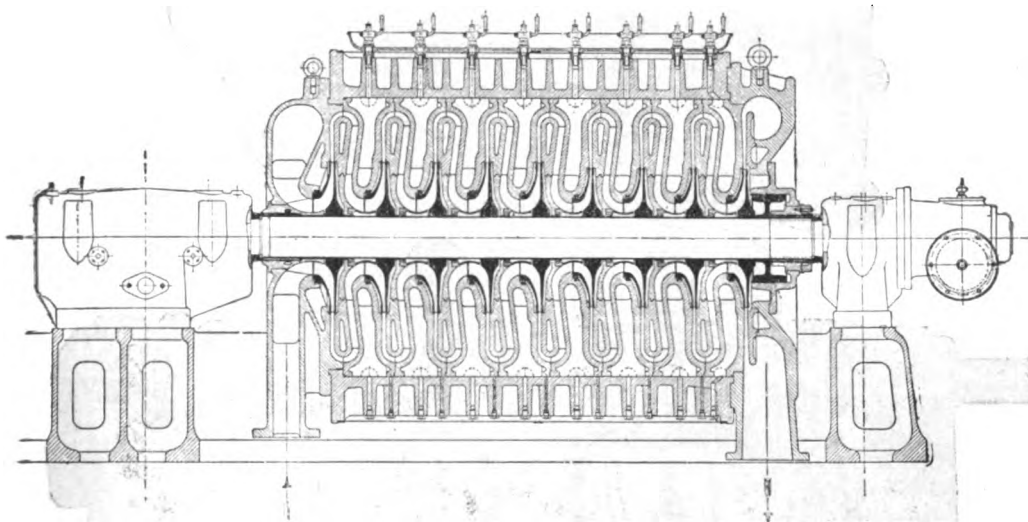



Fig. 2.

Nei turbo-compressori A. E. G. si è dimostrato che l'esponente n per l'aria varia notevolmente durante la compressione; ha un valore all'inizio di circa 1.5-1.6 il che equivale a dire che si riceve calore dall'esterno in causa dell'attrito dell'aria contro le ruote e per l'azione refrigerante ancora insufficiente. Alla fine della compressione invece l'esponente n può diventare minore di 1 il che si spiega col fatto che il raffreddamento è divenuto così intenso da sottrarre tutto il calore dovuto all'attrito ed alla compressione.

La temperatura finale che l'aria assume nei turbo-compressori A. E. G. per pressioni da 6 fino a 8 atm. effettive è di circa 75° C. ed anche meno a seconda della temperatura iniziale dell'acqua di raffreddamento.

Qualora interessi di avere la più bassa temperatura possibile,

si ricorre ad un raffreddatore tubulare a circolazione esterna d'acqua che è attraversato dall'aria che ha già percorso metà circa del numero totale delle ruote mobili. Così ad esempio per un compressore di 4000 HP con una temperatura d'ammissione

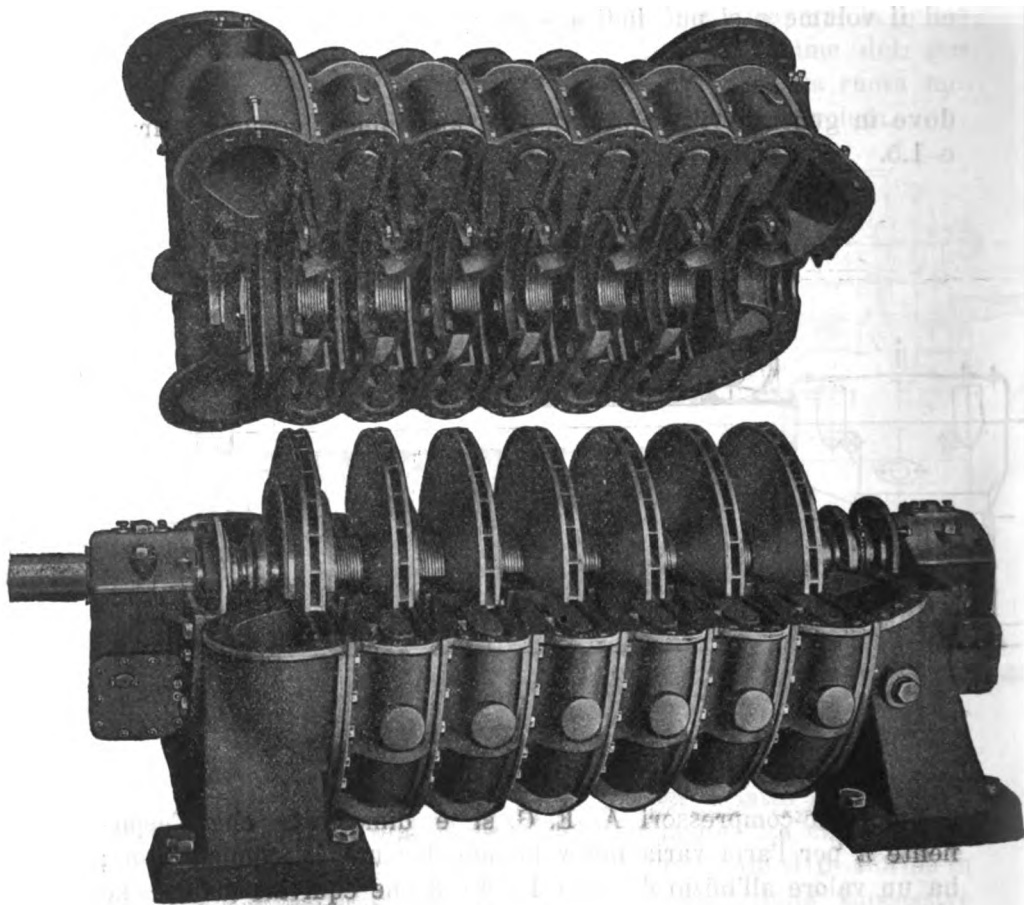



Fig. 3.

dell'acqua di 10° C., si limita la temperatura finale dell'aria compressa a 9 atm. assolute, a soli 58° C. La quantità d'acqua necessaria per il raffreddamento è di circa 0,65 mc. al minuto per compressori di 2000 HP; di 1,5 mc. quando la potenza aumenti a 3000 HP e di circa 3 mc. con compressori di 4000 HP con una temperatura iniziale dell'acqua di 20° C. circa.

I compressori per piccole pressioni d'aria fino a 0,6 atm. non sono provvisti di raffreddamento ad acqua. Colla potenza dei com-

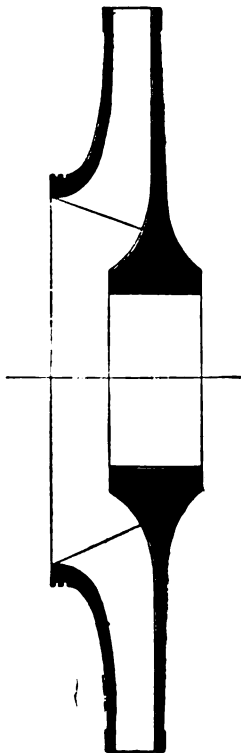
pressori varia anche il numero dei giri; per le grandi unità (da 20,000 a 40,000 mc.-ora, pressione 5-8 atm. eff.) si hanno di regola 3000 giri od anche 1500 quando la pressione è minore pure restando costante il volume d'aria compressa; compressori della capacità di 8000 a 20,000 mc.-ora con pressioni finali da 6 a 8 atm. eff. funzionano a 3800 giri, mentre unità minori fino a 4000 mc.-ora si costruiscono per 4000 a 5000 giri al minuto.

Fig. 4.

E la differenza nel numero dei giri fra diverse unità è resa necessaria dal fatto che le ruote mobili dei piccoli compressori richiedono un minor diametro poichè altrimenti la loro larghezza risulterebbe troppo piccola e non conveniente nei riguardi della fabbricazione; d'altra parte poi per non esagerare nel numero delle ruote, si aumenta il numero dei giri e quindi anche la velocità periferica dalla quale dipende la pressione.

Per i piccoli compressori (ad esempio di 4000 mc. a 5-6 atm., di 3000 mc. a 4 atm. e di 1000 mc. a 1,5 atm.) il numero dei giri dovrà variare entro i limiti di 4200 a 5000 al minuto, ragione per la quale il comando di tali compressori non potrà essere fatto direttamente con motori elettrici a corrente trifase che con frequenza 50 non possono fare più di 3000 giri; sarà utile ricordare qui come il miglior mezzo per azionare i turbocompressori, sia dato dalle turbine a vapore che, a differenza del motore trifase, è regolabile per quanto riguarda il numero dei giri entro limiti assai estesi, e può conseguentemente meglio uniformarsi alle eventuali variazioni sia nella pressione che nella portata del compressore.

Un limite massimo, nei riguardi della portata e della pressione fornite da una sola unità si può dire che non esista; il turbocompressore non è raccomandabile per le piccole potenze fino a circa 4000 mc.-ora con pressione di 5 a 6 atm., poichè in questi casi dovendosi adottare dei diametri molto piccoli per le ruote si renderebbe necessario di aumentarne grandemente il numero ed il costo della macchina riuscirebbe eccessivo.

Per quanto riguarda l'impianto ed il modo di comando, il

turbo-compressore della A. E. G. si accoppia direttamente al motore da cui è azionato ed è montato con questo su un'unica piastra di fondazione.

Quando il numero delle ruote mobili riesce superiore a 12 o 14, queste vengono suddivise in due gruppi uno di bassa ed uno di alta pressione disposti tra loro in serie, ognuno racchiuso nella propria camera, col raffreddatore tubulare inserito fra i due gruppi come vedesi nella fig. 1, che rappresenta un impianto completo per aria compressa con turbine per il comando diretto

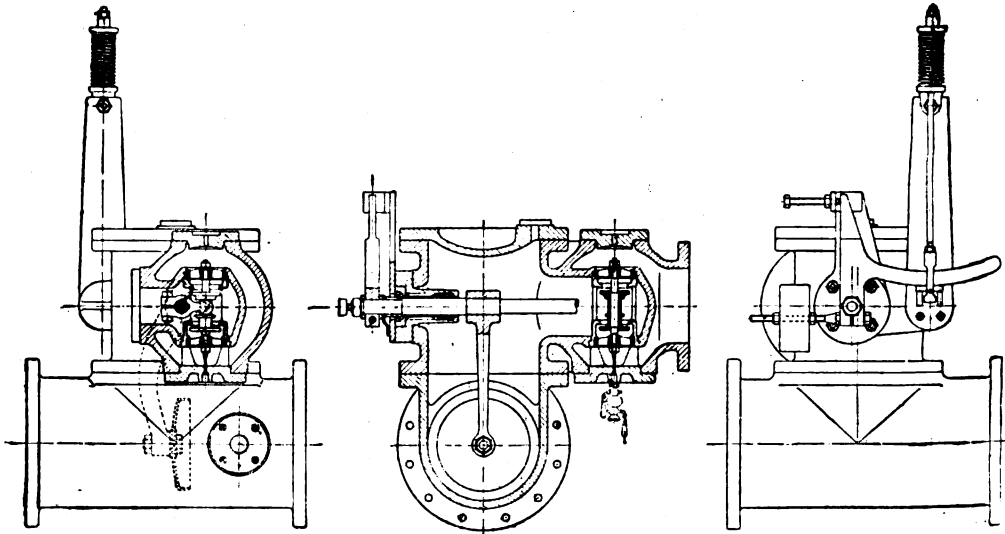



Fig. 5, 6 e 7.

e con condensatore e raffreddatore tubolare disposti nel sotterraneo.

Per unità molto grandi, i due gruppi di bassa ed alta pressione invece di essere calettati su un albero comune, sono disposti l'uno parallelo all'altro, ed in questo caso sono necessarie due piastre di fondazione e due motori.

La camera del compressore (fig. 2-3) è costituita da un certo numero di celle o camere anulari in ghisa e dai distributori allineati secondo le direttrici di un cilindro e protetti perifericamente da un mantello in ghisa od anche in lamiera di ferro. Alle due estremità opposte della camera si hanno la bocca di presa e quella di scarico del fluido compresso.

I distributori guidano il fluido da una ruota mobile alla suc-

cessiva raffreddandolo in pari tempo. La forma data ai canali dei distributori si uniforma all'inizio colla direzione che ha il

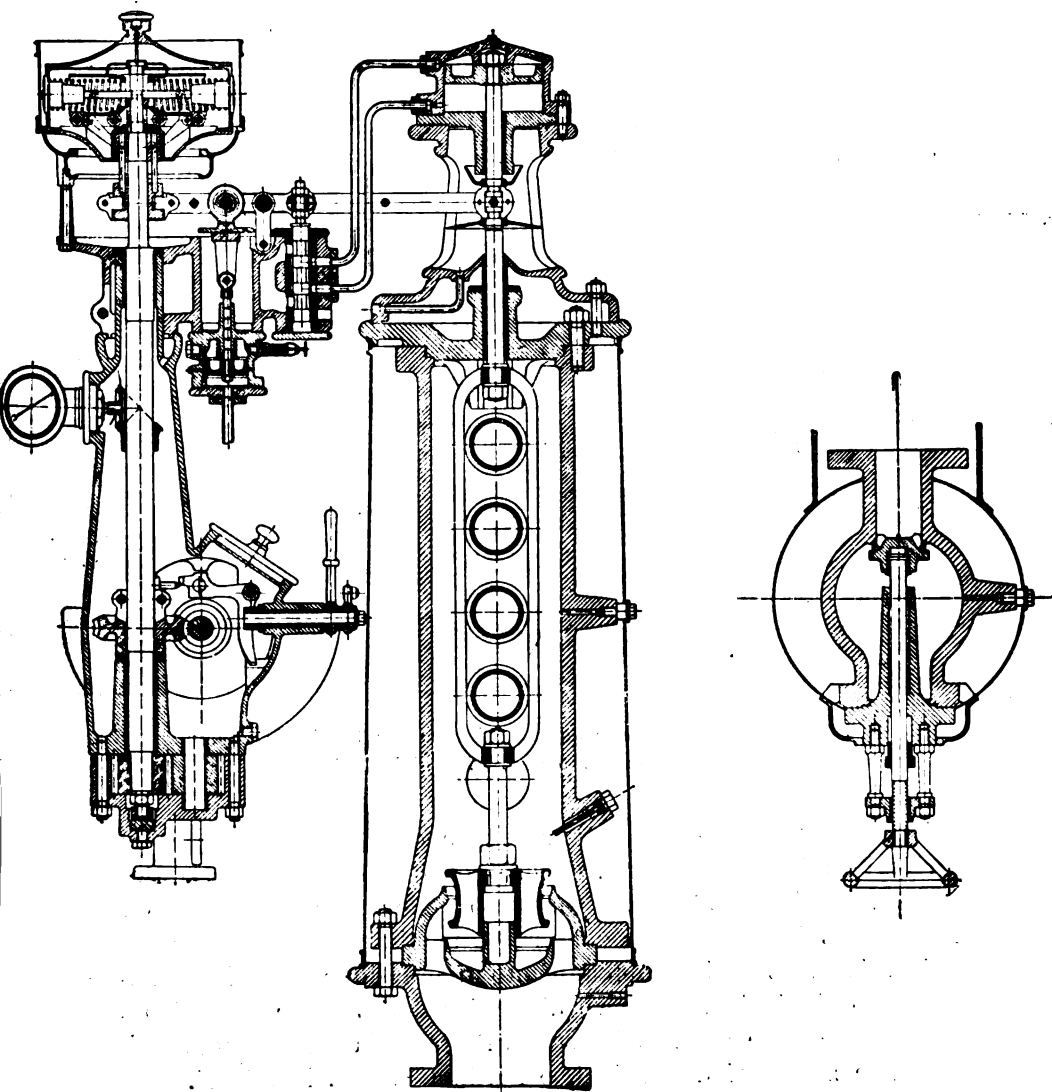



Fig. 8, 9 e 10.

fluido compresso all'uscita dalla ruota mobile, successivamente assume una direzione radiale per poi invertire, secondo una curvatura opportuna, la direzione del fluido stesso e guidarlo alla ruota mobile successiva conservandogli un movimento uniforme e senza vortici.

Contemporaneamente, nei distributori ha luogo un raffreddamento del fluido per effetto dell'acqua che un'apposita pompa fa circolare nell'interno delle palette che sono cave. Il raffreddamento nei distributori è necessario per pressioni da 0,6 atm. in più poichè contrariamente la temperatura del fluido potrebbe divenire eccessiva raggiungendo diverse centinaia di gradi.

Le ruote mobili sono costituite da due dischi di acciaio al nichel comprendenti delle palette fissate ai dischi stessi mediante

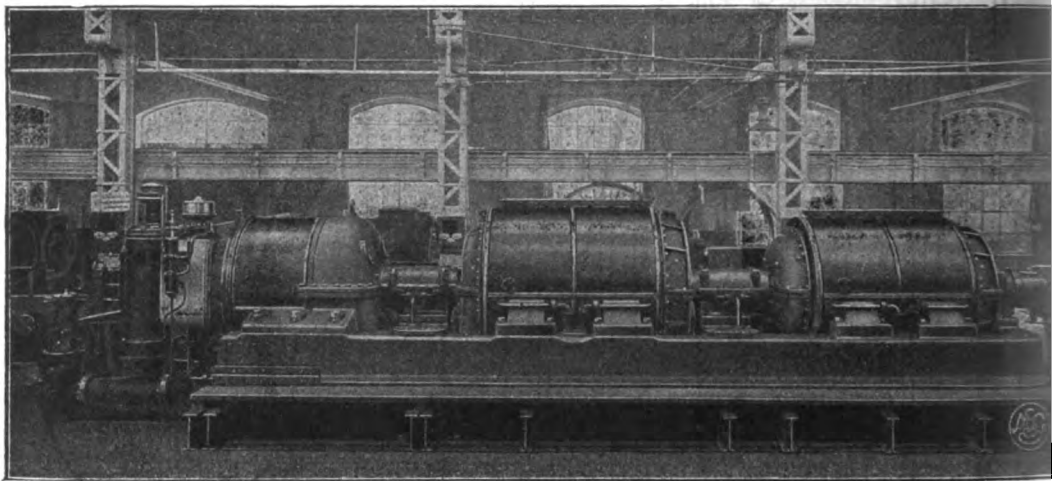



Fig. 11. — Compressore doppio azionato con turbina a vapore 1200 mc-ora-6 atm. 3700 giri al 1'.

chiodature; la loro forma è analoga a quelle delle pompe centrifughe ad alta pressione, epperò con diametri maggiori. Per i compressori a 3000 giri, il diametro delle ruote mobili è di circa 1000 mm. Le dimensioni delle ruote mobili vengono ridotte per i diversi salti in ragione dell'aumento di pressione e corrispondentemente quindi al progressivo diminuire del volume specifico del fluido che deve essere compresso. Pertanto la prima ruota mobile avrà le maggiori dimensioni, e l'ultima invece, le minori.

Per semplificità di costruzione si adottano gruppi di ruote uguali e la differenza di diametro si stabilisce fra i successivi gruppi; poichè la pressione è diversa a monte ed a valle di ciascuna ruota mobile, così si resero necessari anelli di tenuta a labirinto.

La forma asimmetrica delle ruote mobili con entrata d'aria la-

terale, provoca una spinta assiale che tende a spostare tutta la

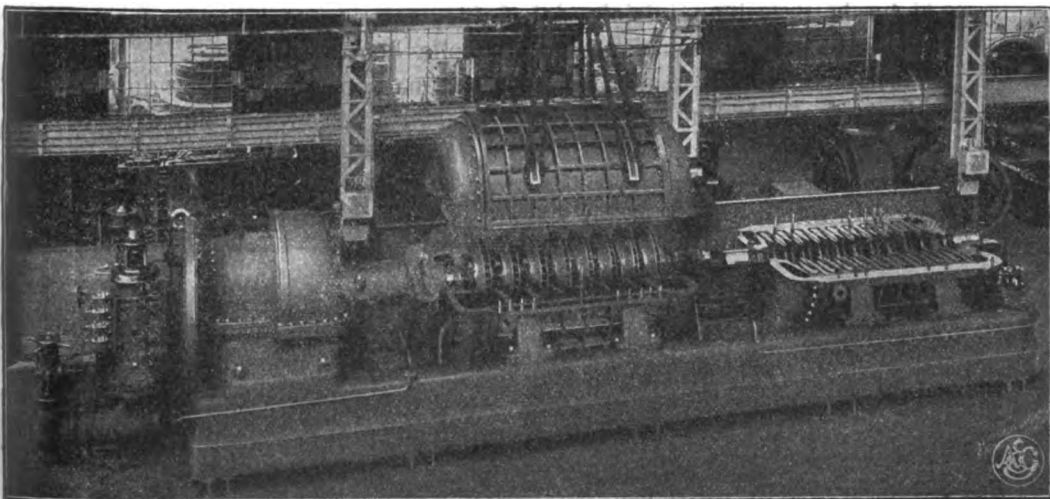



Fig. 12. — Compressore in montaggio.

parte mobile del compressore verso il lato dell'aspirazione; per equilibrare questa spinta, dopo l'ultima ruota mobile è calettato

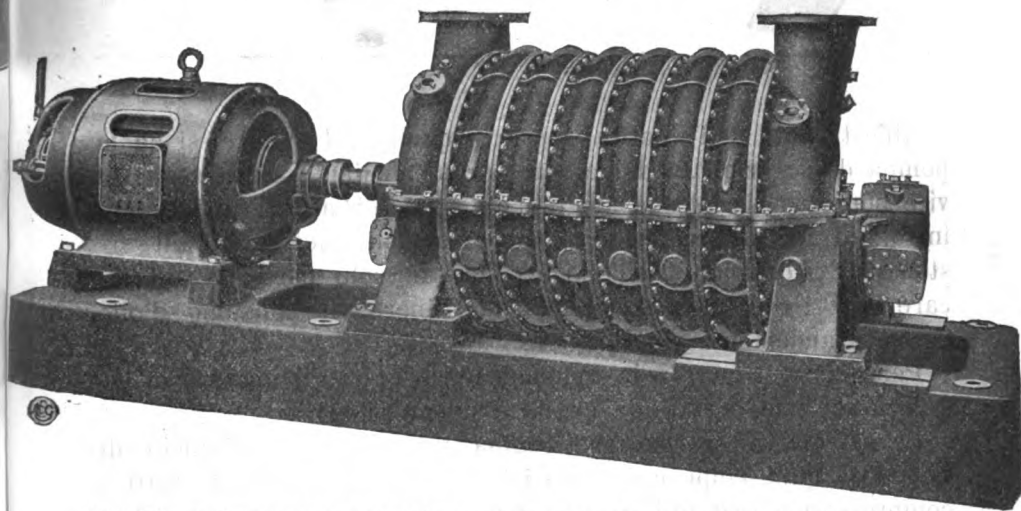



Fig. 13. — Compressore per acido carbonico azionato con motore elettrico trifase 2900 giri al 1'.

sull'asse di rotazione uno stantuffo compensatore la cui tenuta alla periferia è assicurata da una guarnizione a labirinto (vedi fig. 2).

Sulla faccia interna dello stantuffo agisce la pressione che ha il fluido nell'ultima ruota mobile mentre contro la faccia esterna si ha la pressione iniziale del fluido, essendo stabilita mediante un tubo, la comunicazione diretta colla bocca di presa.

Dimensionando lo stantuffo opportunamente si potrà quindi ottenere che le due pressioni contrarie, l'una verso sinistra e l'altra verso destra, vengano ad eliminarsi. Sull'albero è calettato inoltre per maggiore sicurezza, un cuscinetto di spinta che annulla gli eventuali sforzi assiali residui.

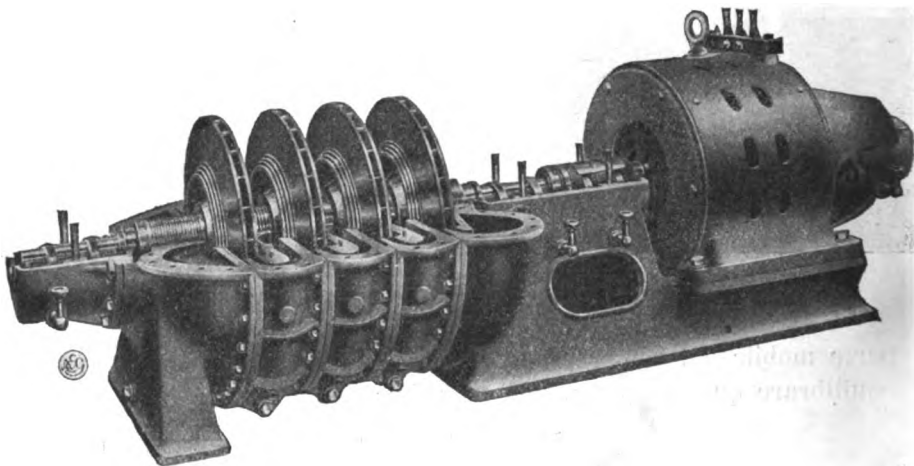



Fig. 14.

All'estremità dell'albero, opposta a quella del motore, si ha la pompa d'olio azionata dall'albero stesso mediante trasmissione a vite perpetua; la pompa aspira l'olio dal serbatoio refrigerante installato nel sotterraneo e lo spinge nei cuscinetti. Dato il sistema di circolazione dell'olio e poichè le sole parti da lubrificare sono i cuscinetti d'appoggio dell'albero, il consumo d'olio riesce grandemente ridotto.

Per quanto riguarda la regolazione, bisogna distinguere la regolazione della portata da quella della pressione.

La valvola di scarico che regola la portata ha l'ufficio di impedire quei colpi caratteristici che si verificano in tutti i compressori centrifughi quando, rimanendo invariata la pressione finale, la quantità d'aria aspirata scende sotto un dato limite che trovasi, secondo le varie pressioni finali, a $^1/_2$ fino a $^1/_3$ della portata normale. Appena raggiunto questo limite minimo, la valvola di scarico si apre automaticamente e lascia sfuggire una certa quantità di aria.

La valvola di regolazione della portata è rappresentata nelle fig. 5 a 7; sul tubo premente del compressore è inserito in direzione normale al deflusso dell'aria compressa, uno stantuffo contro le faccie del quale vengono ad agire in senso opposto, l'aria compressa da una parte ed una molla antagonista dall'altra.

Variando la quantità d'aria che passa nel tubo si viene pure a variare l'azione da essa esercitata contro la faccia dello stantuffo disturbando lo stato d'equilibrio. Gli spostamenti dello stan-

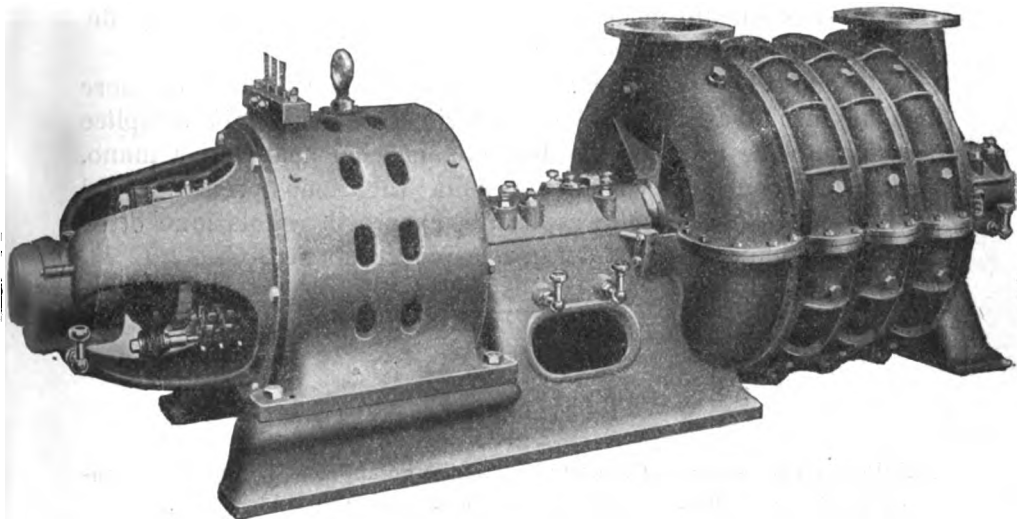



Fig. 15. — Compressore 50-60 mc-ora giri 4200 al 1' direttamente accoppiato con motore a corrente continua.

tuffo vengono trasmessi mediante un sistema di leve ad una valvola cilindrica che stabilisce od interrompe la comunicazione fra il tubo premente e l'atmosfera.

Il regolatore della pressione funziona indipendentemente da quello della portata e mantiene costante la pressione finale del fluido col regolare il numero dei giri della turbina a vapore o del motore elettrico che aziona il compressore.

Un esempio di tale regolatore è rappresentato nelle fig. 8 a 10; serve in tutti quei casi in cui il compressore è azionato mediante turbina a vapore; un piccolo stantuffo si sposta a tenuta non perfetta in un cilindro, mentre l'asta, mediante rinvio, va ad agire sul collare del regolatore della turbina. Il movimento di detto stantuffo è determinato dall'aria compressa che

dalla bocca di scarico del compressore viene, mediante tubazione, inviata ad agire contro una faccia dello stantuffo, mentre sull'altra faccia è convenientemente montata una piccola valvola, che comincia a funzionare quando l'aria raggiunge un grado di compressione normale.

Quando la pressione aumenta, il regolatore è scaricato, la turbina rallenta e la pressione si abbassa di nuovo; se invece il grado di compressione diminuisce, diminuisce pure la pressione contro una faccia del piccolo stantuffo regolatore, ed il conseguente spostamento del collare del regolatore della turbina determina un aumento nella velocità di questa.

È evidente però come con questo sistema non si possa ottenere una uniformità assoluta nella regolazione; in modo più semplice si può regolare la pressione determinando con manovra a mano, uno strozzamento di sezione sia sulla tubazione premente del compressore sia su quella aspirante, epperò la regolazione ottenuta, variando il numero dei giri, è più economica.

Bibliografia.

Ing. Pompeo Bresadola, **Condotture di acqua potabile.** — Volume di 330 pagine, 37 incisioni e 3 tavole. — U. Hoepli, Milano 1912.

Lo scopo che l'autore, già noto per altre apprezzate pubblicazioni in questo campo, si è prefisso in questo suo lavoro non è stato quello di preparare un nuovo trattato di idraulica, ma bensì di raggruppare ed esporre in forma semplice tutte le principali nozioni pratiche che un giovane ingegnere deve conoscere per progettare ed eseguire un acquedotto.

A proposito l'A. ricorda nella prefazione al suo volume, alcune osservazioni che il prof. Paladini del Politecnico di Milano ebbe a fare in una sua relazione d'esame dei progetti per la costruzione di un acquedotto, in cui era detto come in quasi tutti i progetti predominasse il carattere scolastico all'applicativo. Si constatava infatti un grande sviluppo nelle calcolazioni mentre era appena toccata la trattazione dei problemi pratici riguardanti la posa della linea, la stabilità dell'acquedotto, le eventuali opere di difesa, ecc.

Riuscirà assai utile sotto questo riguardo il presente volume, nel quale l'Ing. Bresadola ha trattate le soluzioni pratiche dei problemi della distribuzione delle acque potabili, tralasciando le calcolazioni che hanno condotto alle formole e riducendo al minimo (coll'aiuto di tabelle riassuntive raccolte nell'« Appendice ») quelle su cui si basa il calcolo delle condotture.

Milano, 1911. — Tipografia Indipendenza. Ing. C. Saldini, *Gerente.*

MILANO — SOCIETÀ EDITRICE LIBRARIA — MILANO

Prof. **GINO ZAPPA**

della R. Scuola Superiore di Applicazione per gli Studi Commerciali
in Genova

LE VALUTAZIONI DI BILANCIO

con particolare riguardo ai bilanci delle

SOCIETÀ PER AZIONI

Se è vero che la concentrazione dei capitali costituisce una necessità imprescindibile per la produzione nella sua odierna organizzazione economica, se è vero che le società per azioni costituiscono ancora il più potente mezzo con cui quella concentrazione può estrinsecarsi, a niuno può sfuggire l'interesse di vitale attualità che l'argomento di questa pubblicazione presenta. La sua importanza pratica — e ne fanno fede i preziosi e numerosi richiami a disposizioni statutarie ed a bilanci di società per azioni — non isfuggì all'A., il quale volle sopratutto che l'opera sua potesse tornare utile a coloro che si danno all'attuazione pratica dell'arduo problema delle valutazioni, tanto fecondo di questioni tecniche e giuridiche Nel contempo però l'A. non dimenticò di indugiarsi ad esaminare con criteri scientifici il copioso materiale, che, nella soggetta materia, la dottrina sparse in trattazioni italiane e straniere.

Premessa una breve *introduzione* diretta a chiarire il contenuto del bilancio ed a comporre la trama sulla quale la susseguente trattazione è intessuta, l'A. esamina succintamente nella *prima parte* le disposizioni che le principali legislazioni contengono in materia di valutazioni d'inventario. La *seconda parte* tratta della valutazione in generale: qui è correttamente enunciato in tutta la sua interezza il principio dell'omogeneità per ciò che s'attiene all'assegnazione dei valori d'inventario: qui tra l'altro è largamente studiata la dibattuta questione degli scopi del bilancio, e sono poste in evidenza le gravi conseguenze di una deficienza che si riscontra nel nostro codice di commercio, il quale mentre impone agli amministratori di società per azioni di porre in chiara evidenza mediante il bilancio « gli utili realmente conseguiti e le perdite sofferte », non dice quando mai possa credersi che i bilanci abbiano raggiunto lo scopo voluto. Passa quindi l'A., sempre nella seconda parte, a ricercare tra gli innumeri procedimenti seguiti dai pratici o suggeriti nel controverso campo delle discipline amministrative, un complesso di principii e di norme che possa servire di traccia nel segnare la via che i compilatori dei bilanci debbono seguire per raggiungere i fini prescritti dalla legge: notevoli la discussione del criterio dei prezzi correnti e l'esauriente trattazione riflettente l'ammortamento del patrimonio immobilizzato. Nella *terza parte* si dice secondo quali norme si procede in effetto, secondo quali si dovrebbe procedere nella valutazione dei principali elementi reali di un patrimonio particolare: fra i più interessanti paragrafi facciamo notare quelli riguardanti la valutazione delle macchine, la valutazione dell'avviamento e delle spese di impianto, la valutazione dei valori mobiliari. Segue la *parte quarta* che ha per oggetto la valutazione del netto patrimoniale e delle sue quote ideali: i chiarimenti intorno all'essenza, tanto di frequente mal compresa, del netto patrimoniale, l'accurato studio delle riserve nei diversi aspetti sotto i quali esse possono essere considerate, ci pare meritino anche in questo breve cenno speciale menzione. Una serrata *conclusione* chiude il libro con l'enunciazione delle modificazioni che l'A. suggerisce alle disposizioni portate attualmente dal nostro codice di commercio in materia di formazione di bilanci.

Tale l'organico contenuto dell'opera che non passerà inosservata alla dottrina, e che la nostra Società affida fiduciosa a quei molti, che prendono parte alla formazione ed alla revisione di bilanci anzi all'amministrazione di imprese commerciali, e che di essa amministrazione debbono oppur vogliono rendersi ragione.

Un volume in-8 di pagine XXII-*230* — L. 6.

Anno LIX - Serie II - Vol. III - N. 24 (*pag.* I-XII *di pubbl.*) 31 Dicembre 1911.

IL POLITECNICO

GIORNALE
dell' Ingegnere Architetto Civile ed Industriale

Il *Politecnico* si pubblica a fascicoli quindicinali in 8° di 32 pagine, ricchi di incisioni e di numerose tavole litografiche od in fotozincotipia staccate dal testo.

Prezzo dell'abbonamento annuo L. 24 per l'Italia, L. 30 pei Paesi dell'Unione Postale, L. 35 pei Paesi fuori dell'Unione. Pagamento anticipato per l'intera annata. L'abbonamento importa elezione di domicilio in Milano presso l'Amministrazione e si intende rinnovato per l'anno successivo se non è disdetto entro il dicembre. La reiezione dei numeri del periodico non può essere ritenuta come disdetta.

REDAZIONE: Milano, Piazza S. Giovanni in Conca, 2

AMMINISTRAZIONE: Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

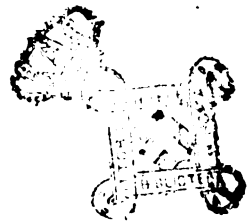
Per le inserzioni a pagamento rivolgersi alla Società Editrice Libraria - Milano, Via Ausonio, 22

SOMMARIO.

Periodico quindicinale — Conto Corrente colla Posta.

TRASPORTO DELL'ENERGIA [1]

Prof. Ing. GIUSEPPE COLOMBO

(Continuazione, vedi N. 23)

Dopo l'applicazione di Paderno, la corrente trifase dominò esclusivamente negli impianti che successivamente si fecero in Italia; anzi, gli stessi impianti di Isoverde e di Tivoli, furono, pochi anni dopo la loro attuazione, interamente trasformati a corrente trifase.

È venuto quindi il momento di esporre coi necessarî particolari le principali installazioni elettriche italiane. Esse consistono, per la maggiore parte, in trasporti di energia per distribuzione di forza agli stabilimenti industriali e per servizi cittadini di illuminazione e tramvie; per una parte minore, ma pur notevole, per la locomozione sulle ferrovie e sulle linee tramviarie e suburbane; e infine, per una parte molto più ristretta, alle industrie chimiche e metallurgiche che l'utilizzano direttamente senza intermediarî di motori. È di queste diverse categorie di applicazioni che tratteranno i seguenti capitoli, nei quali, piuttosto che seguire l'ordine d'importanza dei relativi impianti, si è creduto più opportuno seguire l'ordine per regioni: ciò che corrisponde anche a un concetto geografico in quanto riguarda la ripartizione

naturale delle forze idrauliche utilizzate dalla maggior parte degli impianti italiani (1).

IV.

Principali impianti attuali (2).

Gli impianti elettrici attuali si dividono in diverse categorie. I più grandi sono quelli che hanno per scopo la distribuzione dell'energia nelle città principali e in regioni più o meno estese; essi rappresentano probabilmente i quattro quinti circa della totalità dell'energia elettrica prodotta in Italia. Poi vengono, in ordine di importanza, le installazioni elettriche annesse agli opifici industriali, i quali hanno per iscopo principale il servizio degli opifici stessi, e, in via di eccezione, quella della distribuzione nelle località immediatamente contigue; e infine le installazioni municipali, fatte per servire alla distribuzione dell'energia per illuminazione in servizio dell'industria nei centri minori, per opera dei Comuni o di privati intraprenditori.

Dei primi non è difficile di fare una statistica approssimata; degli altri non è possibile, essendovi una lacuna di sette anni, nelle statistiche ufficiali, sopra un periodo di 28 anni. Perciò nelle note che seguono si terrà conto soltanto della prima categoria, limitandoci a pochi cenni sulle altre due, salvo valutarne l'importanza complessiva nel riassunto del Capo VIII.

1. Alta Italia.

Il più importante gruppo degli impianti idro-elettrici italiani appartiene naturalmente alla valle del Po. A questa regione conviene però annettere anche la Liguria, benchè idrograficamente non abbia rapporti con essa; perchè solo le Alpi liguri lungo la riviera di ponente si connettono al sistema alpino d'onde la valle del Po trae le sue principali risorse, ma alcuni dei principali

(1) Nella seguente rassegna degli impianti elettrici italiani, furono consultati con frutto: innanzi tutto, la prima *Statistica degli impianti elettrici in Italia alla fine del 1898*, pubblicata dal Ministero di agricoltura, industria e commercio; poi le *Notizie sugli impianti elettrici autorizzati nel 1906, 1907, 1908, 1909*, pubblicate dallo stesso Ministero per cura dell'Ispettorato generale dell'industria e del commercio; e infine numerose pubblicazioni private, e, prime fra tutte, le quasi complete e interessantissime *Notizie sui principali impianti elettrici d'Italia*, pubblicate nel 1910 dall'Associazione fra esercenti imprese elettriche in Italia, e le recenti monografie della Direzione generale delle Ferrovie dello Stato sulla *Trazione elettrica* sopra le ferrovie italiane.

(2) Vedi « *Il Politecnico* », *Di alcuni impianti*, ecc.

impianti liguri utilizzano acque appartenenti al versante settentrionale dell'Appennino e quindi tributarie del Po. Per ragioni d'indole diversa dalle ragioni idrografiche, la valle del Po e la Liguria sono anche le regioni italiane dove l'industria è più attiva; per cui esse rappresentano pure in Italia la parte più importante anche negli impianti termoelettrici.

Il Piemonte, circondato come è dalle più elevate cime delle Alpi, è evidentemente una delle regioni italiane più ricche d'acqua: e difatti dalle Alpi Graie, Cozie e Pennine trae le forze motrici dei suoi principali impianti, utilizzando le acque del Po, della Dora, della Stura, del Tanaro e di altri corsi minori.

La *Società anonima Elettricità Alta Italia*, fondata nel 1896, ha attualmente sei Centrali idro-elettriche: una sul torrente Chiusella (Ivrea), una sulla Dora Riparia a Bussoleno, due a Pian Funghera in Valle di Lanzo e tre a Ceres sulla Stura. In totale, l'energia prodotta da queste Centrali ammonta a circa 15,000 HP (11,000 kw). Ha due impianti termo-elettrici a Torino, per circa 10,000 HP, con batterie di accumulatori; e un altro piccolo impianto termo-elettrico a Biella. La Società prende anche 4800 HP dalla *Società per le forze idrauliche del Moncenisio*, della quale si dirà in appresso. Tutta questa energia è distribuita nel Biellese, nel Canavese e a Torino, dove una parte della corrente trifase fornita dalle Centrali è convertita in corrente continua per l'illuminazione e per le tramvie municipali e delle Società belga e torinese.

L'*Azienda elettrica municipale della città di Torino* ha iniziato in Italia la municipalizzazione del servizio elettrico nelle grandi città: impresa che fu vivamente dibattuta, ma che, in omaggio alle tendenze municipalizzatrici moderne e non ostante la poco felice esperienza fatta in altri paesi pur meglio adatti del nostro a simili esperienze, come gli Stati Uniti e l'Inghilterra, fu accolta dalla maggioranza e diede la spinta a simili iniziative in altri grandi Comuni. La Centrale dell'impianto è a Chiomonte sulla strada del Cenisio, e utilizzerà per circa 14,000 HP l'acqua della Dora Riparia. La corrente sarà prodotta a 8000 volt ed elevata a 50,000 per mandarla a Torino a 55 km. di distanza; a Torino sarà ritrasformata a 6600 volt. Nella Centrale di Torino è installato un impianto a vapore di circa 10,000 HP con turbo-alternatori; è questo l'impianto ora in esercizio, mentre quello idraulico

è ancora in costruzione (1). Da questa Centrale partono due condutture, una per la forza ed una per la luce con una rete di 160 km., dalla quale la corrente è attinta dai consumatori con linee aeree dopo ritrasformazione da 6600 volt a tensioni più basse.

Un importante impianto è quello della *Società delle forze idrauliche del Moncenisio*, che ha due Centrali idro-elettriche, a Saluraglio (messa in opera nel 1906) e a Novalesa (1902) nella valle della Cenischia, raccogliendo l'acqua del bacino del Moncenisio, con una forza di circa 9000 HP alle turbine, pari a 7300 utilizzati. La caratteristica di questo impianto è l'utilizzazione dei due laghi del Moncenisio, riuniti in un solo serbatoio di 6 milioni di m^3 alla quota media di 1910 m. La corrente è trasformata da 3000 a 30,000 volt, e portata, con una linea di 60 km., a Torino, dove à ritrasformata a 3200 volt per la distribuzione. L'energia di questo impianto è distribuita in piccola parte a Susa, e nel resto a Torino.

La *Società per le forze motrici dell'Anza* ha una Centrale idro-elettrica a Piedimulera in Valle Anzasca, messa in esercizio nel 1907, con circa 11,000 HP attinti dall'Anza, e una Centrale termica a Novara per integrare le magre dell'impianto idraulico. La Società distribuisce, oltre alle sue, altre forze prese da altre Società. La linea principale misura 81 km., è a 45,000 volt e porta la più gran parte della corrente a Novara, dove è distribuita dalla società Conti; il resto è distribuito sul lago Maggiore.

La *Società per le forze idrauliche dell'Alto Po* (1903) trae l'acqua motrice dal Po con due Centrali in provincia di Cuneo e di Saluzzo, rinforzate da due Centrali termiche a Pinerolo e Carignano. Dispone, in tutto, di circa 4000 HP idraulici e 2000 termici, distribuiti nei territori di Saluzzo e Pinerolo.

Notevoli sono pure le due installazioni sul torrente Avese in Val d'Ossola, e sul Tanaro a Cherasco. La prima appartiene alla *Società Ossolana*, e distribuisce fra Domodossola, Pallanza ed Intra da una parte, e Gravellona, Borgomanero e Arona dall'altra, una forza di 3300 HP. La seconda appartiene alla *Società per lo sviluppo delle imprese elettriche in Italia*, la quale ha la Centrale a Cherasco, in parte idro-elettrica e in parte a vapore per 3000 HP circa, che distribuisce nella regione fra Cherasco, Fossano, Saluzzo ed Asti.

Altre imprese di minori proporzioni sono sparse in Piemonte,

(1) È bene tener presente che i dati statistici riportati nei Capi IV, V e VI, si riferiscono alla data alle quale furono scritte queste note, cioè alla fine del 1910.

come quelle della *Società Casalese*, della *Dora*, che ha un impianto sulla Dora Riparia, della *Società elettrica del Pellino*, che utilizza l'acqua del torrente Pellino con due Centrali; e altre che si limitano a prender la corrente da altre Società, come la Società delle *Imprese elettriche del Piemonte orientale* e l'*Anonima di elettricità del Ticino*, che prendono energia dalla rete della società Conti, della quale si dirà fra breve, e la distribuiscono nelle rispettive regioni.

Tutti i su menzionati impianti sono di vera e propria distribuzione di energia in regioni più o meno estese e nelle città più importanti. Ma bisogna ricordare, senza la possibilità di entrare in maggiori particolari, le numerose installazioni municipali, prima fra le quali, in ordine di data, quella di Cuneo, fatta e gestita sino a questi ultimi anni dalla Società Edison, e moltissimi impianti per uso esclusivo di opifici, specialmente di quelli destinati alle industrie del cotone e della lana, così largamente coltivata in Piemonte.

La Lombardia è, di tutte le regioni italiane, la più ricca di impianti idro-elettrici; e ciò si comprende facilmente, dato il numero e la portata ragguardevole dei corsi d'acqua che la limitano e la percorrono da nord a sud: il Ticino, l'Adda, il Brembo, l'Oglio. Non solo furono utilizzate le acque scorrenti sul suo territorio, ma se ne importarono anche da territori limitrofi, come avvenne per le derivazioni sulla destra del Ticino, e perfino dall'estero, come si è fatto colla presa in territorio svizzero dell'acqua motrice dell'impianto detto di Brusio. Il primo grande impianto di Paderno del 1898 fu quello che promosse l'iniziativa di altre imprese secondarie, che si incaricano di prendere e distribuire in determinate regioni o zone l'energia prodotta dalle società maggiori, con una specie di suddivisione di lavoro grandemente favorevole alla più rapida estensione delle reti elettriche; cosicchè oggigiorno la pianura lombarda è attraversata da numerose linee che si incrociano in tutti i sensi, dando al monotono paesaggio un insolito movimento e un carattere industriale singolarmente suggestivo.

La *Società Edison*, che inaugurò nel 1898 la trasmissione con correnti trifasi fra Paderno e Milano, ha allargato con nuovi impianti propri e con opportuni accordi con altre Società la propria attività, cosicchè è oggi una delle più grandi aziende elettriche italiane, mentre fu la prima, che coll'impianto di Milano del

1882-83 iniziò l'èra delle applicazioni elettriche in Italia. Il primitivo impianto di illuminazione elettrica di Milano si è esteso dalle 700 lampade che alimentava la sua prima installazione del 1882, alle 460,000 lampade d'oggi. Venendo subito dopo il primo tentativo di trazione elettrica di Firenze, la Edison iniziò nel novembre 1893 il servizio tramviario elettrico, poi esteso anche a tre linee esterne, che oggi (nel 1910) conta 135 chilometri di binario in esercizio, con 551 vetture motrici e 298 rimorchiate. Infine, coll'impianto di Paderno ampliato ora con quello superiore di Robbiate sull'Adda, e colle installazioni sussidiarie termoelettriche in Milano, dispone di più di 55,000 HP proprii e di 13,500 HP provenienti da altri impianti (Adamello e Conti) per il servizio delle tramvie e la distribuzione di energia alle industrie della città e della zona suburbana per mezzo di 500 chilometri di cavi sotterranei e 790 di fili aerei.

La Centrale di Paderno sull'Adda ha la potenza di 14,000 HP; ma ora, col nuovo impianto di Robbiate più a monte di Paderno, si ottengono altri 24,000 HP, che si aggiungeranno in parallelo ai 14,000 di Paderno, in modo da utilizzare per la maggior parte dell'anno una portata media del fiume più che doppia da quella utilizzata da Paderno. Tutta questa forza idraulica è integrata da una forza termica di 21,000 HP per mezzo di turbo-alternatori alla Centrale di Porta Volta in Milano. Delle sottostazioni in diversi punti, dentro e fuori di Milano, ricevono l'energia presa dalla Società dell'Adamello e dalla Società Conti, trasformano una parte della corrente trifase in corrente continua pel servizio tramviario e per l'illuminazione di parte del centro di Milano, che ancora si fa colle primitive condutture Edison, e contengono batterie di accumulatori per assicurare la continuità del servizio d'illuminazione e tramviario. L'energia è distribuita in Milano con due reti, una a corrente continua e l'altra a corrente trifase, e fuori di Milano con una rete trifase suburbana che alimenta i quartieri industriali al nord della città e fornisce la corrente a tre società le quali la distribuiscono per loro conto, con reti proprie, da Sesto S. Giovanni e da Paderno nelle zoni circostanti.

La *Società lombarda per distribuzione di energia elettrica*, la cui iniziativa è dovuta alla Società italiana di condutture d'acqua, ha attuato un concetto enunciato nel 1886, prima ancora che si avesse un'idea concreta dell'applicazione dell'elettricità al trasporto dell'energia, dal compianto ingegnere Cipolletti. Nel 1886 l'Istituto lombardo di scienze lettere ed arti, di Milano, aveva

proposto come tema, pel concorso Kramer, un progetto per fornire Milano di una forza motrice proporzionale al suo sviluppo industriale. L'ing. Cipolletti, nella Memoria che presentò e che fu premiata, studiò le derivazioni possibili ed ebbe la visione completa del profitto che poteva trarsi dal Ticino e dall'Adda in quelle località appunto, nelle quali furono fatti i grandi impianti di Vizzola e di Paderno (1). Lo studio dell'impianto di Paderno fu ripreso, per la parte idraulica, dall'ing. Carli, che sventuratamente non potè vedere il compimento dell'opera, e fu attuato dalla Società Edison; quello sul Ticino fu studiato dall'ing. Cipolletti per la Società delle condutture e fu attuato dalla Società lombarda nel 1900.

Questo della Società lombarda è un impianto grandioso, il quale deriva da 55 a 75 m^3 d'acqua del Ticino presso la presa del Canale Villoresi, e ne trae una forza di 20,000 HP nella Centrale di Vizzola. Un'altra Centrale utilizza a Turbigo la forza disponibile di altri 8500 HP sulla prima tratta del Naviglio grande. Una Centrale termica di circa 25,000 HP, a Castellanza, serve di scorta.

La stessa Società lombarda ha fatto anche pel 1905 l'impianto di Brusio nel Cantone svizzero dei Grigioni. Quest'impianto utilizza l'acqua del torrente Poschiavino, emissario del lago di Poschiavo, il quale funziona da serbatoio con una capacità di 20 milioni di metri cubi; e insieme con altri due impianti in corso di esecuzione, utilizzanti i due laghi engadinesi Bianco e Nero come serbatoi, avrà una potenzialità complessiva di più di 40,000 HP. In previsione di un maggior sviluppo della propria azienda, la Società ha anche acquistato altri 16,000 HP dalla *Società idroelettrica italiana*, della quale si dirà qui appresso.

Tutta questa energia idraulica e a vapore, posseduta o acquistata dalla Società lombarda e ammontante a 77,000 kw., pari a circa 100,000 HP, viene distribuita in tutta la regione intensa-

(1) Nella sua memoria: *Sulle forze idrauliche che possono crearsi nell'alto Milanese e condursi a Milano*, l'ing. Cipolletti calcolava disponibili 5000 cavalli a Paderno sull'Adda e 24,000 a Nosate presso il Ticino. Chi scrive, propose il tema e fu relatore della Commissione, la quale concludeva col voto che il Comune di Milano prendesse in considerazione lo studio Cipolletti, nell'interesse delle industrie cittadine. Questo prova la gran fede che il premiato e la Commissione giudicatrice avevano nel successo del trasporto dell'energia a distanza, non ostante che nel 1886 non fosse ancora provata in modo assoluto la possibilità di ottenerlo per mezzo dell'elettricità.

mente industriale, compresa fra Gallarate, Varese, Busto Arsizio, Legnano, Saronno e Como, dell'estensione di 1500 km², dando l'energia a 600 opifici industriali, con una rete di 600 km. La Società distribuisce l'energia anche a molte Società rivenditrici nei diversi centri di distribuzione.

La *Società idro-elettrica italiana*, alla quale si è accennato testè, ha per scopo di utilizzare le acque provenienti dal gruppo alpino del monte Disgrazia in Valtellina, con quattro impianti sui torrenti Masino e Mallero. Questi impianti, che darebbero insieme 40,000 HP, non sono ancora completi e si ritiene lo saranno fra qualche anno. Una notevole parte di questa energia è impegnata, come si è visto, colla Società lombarda; l'altra è destinata alla regione industriale bergamasca. In Valtellina e precisamente a Morbegno, trovasi anche la Centrale idro-elettrica dello Stato per la trazione sulle linee valtellinesi; ma di questa si parlerà al Capo V.

Fra tutte le imprese elettriche italiane, una delle più notevoli per numero d'impianti e altresì per l'ammirabile organizzazione dell'azienda tecnica e amministrativa, è la *Società per imprese elettriche Conti*. È una società che lavora parallelamente e d'accordo con la Società Edison, con mutui allacciamenti d'impianti, in guisa che ambedue servono quasi interamente tutta la regione compresa fra la riva destra del Ticino fino a Novara, Asti e Vercelli, e la riva destra dell'Adda, scendendo da Paderno sino a Pavia e all'Oltrepò, con Voghera e Novi. La Società Conti ha eretto fra il 1900 e 1910 sei impianti idro-elettrici, cinque dei quali sulla destra del Ticino, a Cerano e a Trecate colle acque del Naviglio sforzesco, a Vigevano con una derivazione del Ticino presso Boffalora, a Foppiano con una derivazione dal fiume Toce in Val Formazza, a Goglio nel Novarese con acqua del torrente Devero; tutti questi impianti sono in territorio piemontese, ma fanno parte di una rete che comprende le due rive del Ticino, e specialmente la sinistra. Essi hanno la potenzialità complessiva di circa 37,000 HP. Il sesto impianto è a Zogno sul fiume Brembo, con 7700 HP. Un altro impianto idro-elettrico per 20,000 HP è in costruzione a Verampio sul Devero, sotto la presa di quello di Goglio; esso si varrà del lago di Codelago come serbatoio, capace di 10 milioni di mc., alla quota di 1850 m., il quale servirà a compensare le deficienze delle magre del fiume per ambedue le Centrali sovrapposte di Goglio e di Verampio. Finalmente, a Magenta, a Novara e a Monza trovansi tre Centrali termo-elettriche

con circa 12,000 HP di potenza, a sussidio degli impianti idro-elettrici.

Colla corrente delle Centrali situate alla destra del Ticino, opportunamente trasformata a Novara per quella proveniente dal Toce, e coll'energia presa, come già si è detto, dalla Società piemontese dell'Anza, la Società Conti alimenta di forza motrice una vasta regione sulla riva destra del Ticino fra Novara, Mortara, Vigevano, Vercelli, Casale, Valenza, Alessandria, e sulla riva sinistra fra Pavia e Magenta; con la stazione di trasformazione al Molinetto presso Monza, e colle Centrali del Brembo e di Monza, distribuisce con una rete di circa 400 km., in una vasta zona attorno a Monza, non solo l'energia di queste Centrali, ma anche quella acquistata dalle Società di Trezzo e dell'Adamello. Tutta questa energia, ad eccezione di quella di Boffalora, integralmente ceduta alla Edison, è distribuita ai consumatori coll'intermediario di numerose Società di distribuzione, ciascuna delle quali ha un proprio circondario speciale da servire. Questo è il sistema adottato da simili grandi aziende, come già si vide per la Edison e per la Lombarda, ed è mirabilmente adatto a diffondere l'impiego dell'energia, senza caricare di soverchi dettagli l'amministrazione delle società madri e interessando nel medesimo tempo le iniziative e le energie locali.

Benchè non sia ancora in regolare esercizio all'epoca della compilazione di queste note (fine 1910), è qui il luogo di menzionare il grandioso impianto idro-elettrico del municipio di Milano, il quale, del resto, già da alcuni anni ha costrutto ed esercita, come il municipio di Torino, un impianto elettrico a vapore in città per distribuzione di luce e di energia nel Comune, che può distribuire ora 16,000 HP e si intende possa salire a più di 30,000. L'impianto idro-elettrico, ora quasi compiuto, è stato progettato in proporzioni assai vaste, che comprenderebbero cinque Centrali con una potenzialità di 32,000 HP; però per ora si limita alla più importante, che è quella di Grossotto con 16,000 HP. L'acqua per questi impianti è derivata dall'alta Adda in Valtellina, e da un suo affluente, il Roasco. La corrente è prodotta a Grossotto a 10,000 volt, e verrà elevata, con trasformatori, a 65,000 volt di tensione sulla linea; la quale, a impianto finito, avrà la lunghezza di 150 km., percorrendo la Valcamonica per finire alla stazione ricevente a Milano. La distribuzione si fa ora con una rete sotterranea di 80 km. con 120 stazioni di trasformazione della tensione già ridotta a 8650 volt, a quella di 160 volt ne-

cessaria per la distribuzione. Con un'officina speciale si fa a corrente continua l'illuminazione pubblica ad arco con 1200 lampade.

L'impianto più recente in Lombardia è quello dell'*Adamello*, che rappresenterà, a lavoro compiuto, circa 35,000 HP, ottenuti con due Centrali. La prima, a Isola nell'alta Valle Camonica, si vale dell'acqua del Poglia, che discende dai ghiacciai dell'Adamello, su una caduta di 900 m., che sarà la più alta utilizzata sinora da ruote Pelton (1). Il lago d'Arno, situato a 1800 m. sul livello del mare, serve da serbatoio e permette di disporre normalmente di un volume d'acqua superiore a quello disponibile in magra. La seconda, a Cedegolo, è posta immediatamente al disotto e fu la prima ad entrare in funzione nel 1909. L'altra sarà aperta all'esercizio fra breve.

Un altro impianto non ancora attuato, ma in corso avanzato di esecuzione, è quello della Società *Dinamo*, costituita nel 1907, la quale si è proposta di utilizzare le acque del torrente Diveria, proveniente dal Sempione, fra Balmonalesca e l'imbocco inferiore della galleria di Varzo, e quelle del torrente Cairasca. Sono dunque due impianti con una sola Centrale a Varzo: il primo è un rifacimento dell'antico impianto della Società Mediterranea per la galleria di Varzo; il secondo è un impianto nuovo, con serbatoio regolatore (lago d'Avino). Essi avranno la potenza complessiva di circa 25,000 HP, e saranno in parte destinati, quando l'impianto sarà compiuto, a surrogare la trazione ferroviaria sulle linee varesine e sulla linea del Sempione, della quale si dirà nel capitolo seguente.

Al disotto della presa della Società Edison sull'Adda, è sorto, pochi anni dopo l'impianto di Paderno, quello attuato nel 1906 dalla *Società per le forze idrauliche di Trezzo sull'Adda,* con una grande Centrale, capace di utilizzare una forza idraulica variabile secondo lo stato del fiume, e con un impianto sussidiario a vapore, in guisa da poter disporre di una potenza complessiva di più di 9000 HP. Una sottostazione a Pandino (Cremona) raccoglie altri 1600 HP acquistati dall'impianto dell'Adamello. Ambedue servono parte delle provincie di Bergamo e di Cremona, e, legandosi alla rete Conti, si spingono fino alle vicinanze di

(1) Una caduta di poco minore è stata applicata per la prima volta in Svizzera nell'impianto di Vouvry, Lac de Tanay (Vallese). È ai nuovi tipi di motori idraulici e allo studio accurato delle forme e dei materiali che si deve questo straordinario aumento delle cadute utilizzabili.

Milano. Una società succursale, la *Martesana*, distribuisce l'energia di Trezzo in altre provincie limitrofe.

Molte altre società, con impianti di parecchie migliaia di cavalli, contribuiscono colle precedenti a fornire energia all'intensa industria della regione lombarda. Tali sono:

La *Società elettrica Bresciana*, la quale utilizzò dapprima l'acqua del fiume Chiese per un impianto, fatto nel 1902, che poi cedette al Comune di Brescia per la sua municipalizzazione; poi installò o acquistò, tra il 1902 e il 1908, numerose Centrali sul Chiese, sull'Oglio e sui loro affluenti, per una forza complessiva di 22,500 HP, assorbendo parecchie Società esistenti e integrando i suoi impianti con una Centrale a vapore di 9000 HP. Essa prende anche 2000 HP dalla Società del Caffaro, e sta per assicurarsi altri 50,000 HP con derivazioni in Valsabbia e Valcamonica. Serve la regione bresciana, con diramazioni verso Cremona e Mantova, per uno sviluppo di linee di circa 800 km., ed ha una rete tramviaria, iniziata nel 1906, in parte già elettrificata, e in parte in via di elettrificazione.

L'impianto detto del *Caffaro*, colla Centrale a Ponte Caffaro, utilizza l'acqua di questo fiume, che nasce nel gruppo montano dell'Adamello, e dispone di circa 10,000 HP, che sono ricevuti e distribuiti a Brescia e nei dintorni.

La *Società Orobia* distribuisce la forza nel territorio di Lecco e nella Brianza con quattro Centrali idrauliche a S. Pellegrino, Roncaglia, Serrati e Forcola (1902-1908), animate dal Brembo, dall'Enna e dal Forcola, e capaci di una forza massima di 8000 HP; oltre a una Centrale termica a Lecco, di 2600 HP. Riceve energia anche dalla Società Edison e da altre società minori, e spinge le sue linee sin quasi a Monza e Como, sulla destra dell'Adda, e sino a Zogno nella Valle Brembana.

La *Società Bergamasca* utilizza l'acqua del Brembo nella Centrale di Clenezzo e distribuisce circa 3500 HP propri, e altrettanti presi dalla Società di Trezzo e dell'Adamello nella città di Bergamo e nella maggior parte della sua provincia. La *Società Varesina* distribuisce luce e forza al circondario di Varese, e dà l'energia per una estesa rete di ferrovie e di tramvie locali, con due Centrali idro-elettriche a Cunardo e Maccagno (1902-1908), capaci di circa 3000 HP, e una Centrale termo-elettrica di 1000 HP presso Varese. Essa sta preparando a Maccagno un nuovo e più grande impianto idro-elettrico, sbarrando il lago di Delio. La *Società Comense A. Volta* alimenta Como, il suo lago e i suoi din-

torni, colla Centrale di Corrido in Val Cavargna e coll'acqua del torrente Cuccio che vi scorre. La forza disponibile alla Centrale è di 2800 HP, ai quali si aggiungono altri 2000 HP a vapore nella Centrale termica di Como. La tensione di 20,000 volt adottata per la linea, era ancora, a quell'epoca (1900-1902), la più alta che si tentasse in Italia. La Società distribuisce, oltre alla propria forza, altra forza presa dalla Società Lombarda, e serve non solo le industrie locali, ma anche alcune importanti linee tramviarie partenti da Como. Pure sul lago di Como, a Taceno, la *Società idro-elettrica Briantea* attinge la forza dal torrente Pioverna, circa 3000 HP, che distribuisce nel territorio di Lecco. Altre imprese minori, la *Agognetta* in Lomellina, la Società di *Cerro sul Lambro*, la *Società Pavese A. Volta*, e parecchie altre. distribuiscono energia nelle rispettive zone di influenza.

C'è anche una Società che ha sede a Milano, la *Unione esercizi elettrici*, la quale non è localizzata in una data regione, ma eseguisce impianti in tutta Italia. Essa ne conta ormai 17, dei quali, due piccoli in Piemonte (a Ceva sul Tanaro, e a Stresa sull'Airola), parecchi nell'Italia centrale e molti in Liguria e nell'Italia meridionale. Di questi si parlerà a suo tempo.

Infine, numerose società minori, alcune delle quali di notevole importanza (come quelle dell'Oltrepò Pavese; dell'Alto Milanese; dell'Isola; la Banfi; la Suburbana Milanese; l'Anonima luce e forza; la Ragazzoni, ed altre), prendono dalle Società maggiori. e specialmente dalla Edison e dalla Conti, l'energia, che trasformano secondo i bisogni e distribuiscono nei rispettivi circondari; divisione di lavoro, della quale si è già notata l'importanza.

Venendo ora agli impianti municipali e privati, si può dire, quanto ai primi, che, salvo qualche caso, in generale il servizio di illuminazione e anche di distribuzione di energia nei centri abitati è fatto dalle società intraprenditrici delle quali si è parlato sinora, o da piccole imprese locali; e quanto ai secondi, non è facile farsene un'idea precisa, essendo numerosissimi e di varia importanza. Certo rappresentano molte migliaia di cavalli, anche solo contando gli opifici di notevole importanza. Basterà citare, senza tentare di includerli tutti e neppure i più notevoli, gli opifici del gruppo siderurgico: *Ferriera Gregorini*, Lovere, 3700 HP con Centrale a Poltragno; *Siderurgica Glisenti*, Carcina, 800 HP; *Ferriera D'Amico,* Vobarno, 450 HP; quelli del gruppo cotoniero: *Cotonificio* di Ponte di Nossa, 1800 HP; *Crespi*, Nembro 1500; *Hefti*, Roè, 1300; *Schiannini*, Ponte S. Marco,

850, e molti altri; le *Cartiere Maffizzoli*, Toscolano, 2150 HP; il *Consorzio del Dezzo*, Barzesto, con più di 6000 HP; la *Società calci e cementi*, Palazzolo, 560 HP; ecc. ecc.

Nella regione veneta, il più grande impianto è quello del Cellina, dovuto alla *Società italiana per l'utilizzazione delle forze idrauliche nel Veneto*. Esso è anche uno dei principali italiani. Seguono, in ordine d'importanza, quelli della Società Milani e del Cismon, che col precedente suppliscono nella massima parte alle richieste d'energia dell'intera regione.

L'impianto fatto sul torrente Cellina funziona dal 1905. È una ardita opera idraulica che raccoglie l'acqua delle Prealpi friulane per alimentare per ora due grandi Centrali: la prima capace di 7000 HP; la seconda di 4300 HP; la terza darà 2000 HP, con una Centrale non ancora installata. La corrente, prodotta a 4000 volt ed elevata a 30,000 sulla linea, è portata a Venezia, dopo un percorso di 87 km., per esservi trasformata a più bassa tensione e poi, col sussidio dato da una potente riserva a vapore, distribuita in città, dove si è sostituita a quella ottenuta dall'antica Centrale a vapore impiantata dalla Edison. Altre tre Centrali sono in progetto, con derivazione dal Piave e dal lago di Santa Croce, capaci di circa 12,000 HP, ed una di 9000 HP a Perarolo, sopra un affluente del Piave.

La *Società elettrica Milani* ha messo in esercizio nel 1907 una Centrale sull'Adige presso Verona, della forza di circa 8000 HP. A compensare le eventuali deficienze dell'Adige, fu installata l'anno successivo una Centrale termo-elettrica a vapore di 3000 HP. Altri impianti, pure sull'Adige, sono in progetto. La forza è e sarà distribuita nella regione, fra Verona, Legnago e Ostiglia; e in seguito si intende portarla sulla direzione Mantova-Modena-Bologna.

Più recente ancora è l'impianto della *Società forze motrici Cismon Brenta*. Essa deriva l'acqua dal Cismon, affluente del Brenta, con un ardito sbarramento. La Centrale è a Pedesalto, e fornisce circa 10,000 HP alla Società Adriatica di elettricità, che ne fa la distribuzione nella Venezia centrale, da Schio e Vicenza fino a Padova, Rovigo e Adria, e persino a Ferrara. L'impianto fu inaugurato nel 1910.

Molte Società minori: *Società elettrica di Barman* (Alto Friuli); *Società elettrica Barnabò-Giacobbi*, con Centrale a Vallesella (Pieve di Cadore) sul torrente Molina; *Società Friulana*, con Cen-

trale a Vedronza sul torrente Torre, nel Friuli; *Società elettrica provinciale*, con due Centrali, idraulica e termica in territorio di Verona, fanno distribuzioni locali di energia. La *Società Veronese* non produce energia, ma prende una parte di quella della Società Milani, per distribuirla, dopo trasformata. a Verona e nei dintorni, come fanno le società distributrici nella regione lombarda.

Nel Veneto funziona pure la *Società Adriatica di elettricità*, testè menzionata, la quale, pur avendo per principale obbiettivo il collocamento dell'energia dell'impianto del Cismon, utilizza anche delle riserve termiche proprie, di 4000 HP, e due impianti idraulici di 900 HP; e nel medesimo tempo lavora nell'Emilia con un proprio impianto idro-elettrico sul Lamone a Faenza, e in Puglia con impianti termo-elettrici. Giova anche rammentare che qui, come in Lombardia, sono numerosi gli impianti industriali privati, spesso molto importanti, come quelli degli stabilimenti lanieri di Schio, e dei cotonifici di Verona.

Molto interessanti e importanti sono gli impianti liguri, i quali derivano la forza, in parte dal versante meridionale, e in parte dal versante settentrionale della catena di monti che separa la Liguria dal Piemonte e dalla Valle del Po.

Primo, per data, fra tutti gli impianti, non solo italiani, ma del mondo, di trasmissione d'energia, come già fu detto precedentemente, è quello della *Società Acquedotto De Ferrari-Galliera*. Bisogna ritornare col pensiero all'epoca in cui non si aveva ancora un'idea delle correnti alternate e della loro trasformazione da una tensione ad un'altra; quando non si conoscevano che i geniali tentativi di Marcel Deprez del 1884, e il celebre trasporto di Creil faceva intravedere, ma non dava ancora la soluzione del problema di trasmettere a distanza l'energia. Fu allora che il ginevrino Thury intraprese pel primo un trasporto di energia, quello per la Società De Ferrari-Galliera, compiuto nel 1889. La forza era attinta dal torrente Gorzente sul versante nord dell'Appennino; l'acqua traversava l'Appennino in galleria, e a Isoverde, sul versante genovese, metteva in moto le dinamo a corrente continua, che servivano a trasportare l'energia in Val Polcevera sino a Sampierdarena e Genova.

Quel primo impianto, per le difficoltà delle quali si è fatto cenno nella prima parte di questo scritto, relative all'impiego della corrente continua, fu poi sostituito, da qualche tempo, da

una installazione a corrente alternata trifase. Due laghi artificiali, sul versante nord della montagna, ai quali si sta per aggiungerne un terzo, servono contemporaneamente da serbatoio per la distribuzione di acqua potabile a Genova e dintorni, e per la distribuzione di energia. L'acqua, dopo aver lavorato sulle turbine a Isoverde, si raccoglie in un cisternone per l'alimentazione delle condutture d'acqua potabile. L'energia distribuita è di circa 2700 HP.

Dopo questo impianto, il quale ha ora più importanza storica che tecnica, conviene citare tra le più interessanti installazioni elettriche italiane, quelle della Società Negri e della Idroelettrica Ligure.

La *Società elettrica Riviera di Ponente* (Società Negri), costituita nel 1905, ha tre Centrali idrauliche e una termo-elettrica, installate nella Riviera di Ponente. Le prime utilizzano l'acqua del fiume Roia presso Ventimiglia, e del fiume Argentina presso Taggia: la termo-elettrica trovasi a Savona; e tutte insieme hanno una potenza di circa 22,000 HP, che si distribuisce con linee a 25,000 e 74,000 volt su tutta la Riviera di Ponente, da Vallauria di Tenda sino a Genova. Due nuove Centrali sono in progetto: una di 40,000 HP a S. Dalmazzo di Tenda e una di 20,000 sull'alto Roia.

La *Società idro-elettrica ligure* trae l'acqua dall'alto Appennino parmense sul versante nord, per distribuirne la forza in parte sul versante stesso e nella parte maggiore sul versante sud sino al Golfo di Spezia. Essa ha utilizzato l'acqua di un piccolo bacino idrografico al Lagastrello presso la cresta dell'Appennino fra Parma e Spezia, con un ingegnoso sistema di serbatoi, in parte artificiali fatti con alte dighe, in parte traendo profitto di piccoli laghi naturali, in guisa da cavarne tutta la potenza disponibile, la cui media è di 4750 HP; ma il macchinario è tale da permettere, quando occorra, di utilizzarne al massimo sino a 12,000. Le Centrali sono due: una a Isola, che è in azione dal 1907; l'altra a Rimagna, non ancora aperta. Le linee alimentano di energia la regione Emiliana, fra Parma e Borgo S. Donnino, coll'intermediario fra la *Società emiliana di servizi elettrici*, e sull'altro versante l'Arsenale di Spezia, e, per mezzo della *Società apuana* di distribuzione, la regione Carrarese.

A Genova sono installate le *Officine elettriche genovesi*, le quali fanno dal 1897 il servizio d'illuminazione e poi il servizio tramviario, con una Centrale di circa 10,000 HP, e un'altra a Sam-

pierdarena di 1500 HP, tutte con motrici a vapore. La Società serve Genova, Sampierdarena e le due riviere sino a Voltri e a S. Margherita, distribuendo luce (circa 260,000 lampade), energia (sino a circa 8000 HP), e facendo il servizio tramviario in Genova e fuori, con circa 300 vetture motrici e 150 rimorchiate. Un'altra Società (*Unione italiana tramways elettrici*) esercita a Genova altre linee urbane e suburbane con corrente fornita dalla Società precedente. A Spezia ha sede una Società consimile, per illuminazione, tramvie e d'istribuzione d'energia: la *Società tramvie elettriche della Spezia*, con circa 1000 HP di forza a vapore. Essa farà anche il servizio di distribuzione, nella regione circostante alla Spezia, dell'energia prodotta dalla *Società idro-elettrica ligure.*

2. Italia centrale.

Nell'Emilia, la sola impresa elettrica di qualche importanza è quella della *Società bolognese di elettricità*, che ha due officine sul Reno e un impianto termo-elettrico, per una forza complessiva di circa 2500 HP. Questa forza è utilizzata a Bologna e nei dintorni. Si ha in vista un nuovo impianto idro-elettrico di 4000 HP a Castiglione dei Pepoli. Altre imprese minori fanno piccole distribuzioni, anche prendendo l'energia da impianti veneti; fra queste, la più importante è la *Società adriatica di elettricità*, già menzionata, che distribuisce 1500 HP idraulici e termici a Ravenna e Faenza.

In Toscana si trovano parecchie Centrali termo-elettriche: a Livorno, quella della *Società ligure-toscana*, la quale Società però sta preparandosi a impiantare due Centrali idro-elettriche sul Serchio e sulla Lima, per circa 8000 HP, destinate a distribuire energia nella zona compresa fra Pistoia, Viareggio e il Tirreno; a Castelnuovo di Valdarno la Centrale termica della *Società del Valdarno*, con 10,000 HP, per distribuzione a Firenze, Prato e nel Valdarno; ad Arezzo l'impianto Reinacher; a Firenze le due Centrali della *Società toscana*, pure termica, con 6500 HP; a Pescia le *Officine elettriche Szinati*. Un piccolo impianto idroelettrico ha la *Società delle miniere di mercurio di Monte Amiata*. L'*Unione esercizi elettrici*, della quale si è già parlato a proposito degli impianti nell'Alta Italia, ha una Centrale termica a Pontedera, di circa 1000 HP, e una termica e due idrauliche per quasi altrettanta forza, fra Viareggio e Serravezza.

Le risorse idrauliche di queste due regioni non sono ancora, come si vede, convenientemente sfruttate; forse la vicinanza degli impianti veneti e liguri, che vanno estendendo sempre più le loro linee verso Bologna, Spezia e Carrara (dove la *Società apuana* distribuisce, come si vide, l'energia dell'*Idro-elettrica ligure*, può spiegare questa deficienza d'iniziativa locale.

Maggiore iniziativa hanno finora dimostrato le Marche e l'Umbria. Nell'Umbria, la *Società marchigiana* ha una Centrale idro-elettrica sul fiume Esino in territorio di Serra Sanquirico, di 1500 HP, che distribuisce energia a Jesi, Falconara e Ancona; a Mozzano, la *Società elettrica del Tronto* utilizza 1800 HP attinti al Tronto, e sta preparando un secondo impianto sullo stesso fiume; più piccoli impianti sono quelli di S. Severino Marche e di Montelupone. Nell'Umbria sono notevoli gli impianti municipali di Spoleto, che ha una Centrale idro-elettrica di 2300 HP con acqua derivata dal Velino a monte della celebre cascata delle Marmore, e di Narni, con due Centrali animate da sorgenti a poca distanza dalla città; e altrettanto notevoli quelli dell'ing. Netti, a Orvieto, Todi, Viterbo, Acquapendente, Vetralla e Civitavecchia, con un totale di 2 a 3 mila HP, attinti a diversi corsi d'acqua. Ma i più grandiosi impianti nell'Umbria sono quelli che utilizzano le acque del Velino e del Nera a Terni.

(*Continua*).

RIVISTA DI LIBRI E GIORNALI

Le caldaie a combustibile liquido nella marina.

L'ing. G. Fumanti, capitano del Genio Navale in una sua relazione al Congresso degli ingegneri navali e meccanici a Roma ossèrva che l'impiego del combustibile liquido nelle caldaie, sia della marina da guerra e sia della marina mercantile, si va sempre estendendo ed affermando per i notevoli vantaggi rispetto al carbone fossile e senza dubbio si sarebbe ancora più generalizzato se non si opponessero ragioni economiche e speciali difficoltà di approvvigionamento.

Un paragone economico tra il combustibile liquido e il carbone fossile dimostra che il potere calorifero di un buon combustibile fossile è inferiore del trenta per cento a quello della nafta; che il potere vaporizzante del petrolio e del carbone stanno nel rapporto di quindici a dieci; che le spese d'impianto si equivalgono; le spese di manutenzione sono assai inferiori per la combustione liquida; come sono le spese di esercizio per il notevole vantaggio di ridurre il personale destinato alla condotta delle caldaie e di eliminare il personale per il trasporto del carbone dalle carbonaie.

La combustione liquida presenta inoltre i seguenti vantaggi di sistemazione e di condotta: rapidità e facilità d'imbarcare del combustibile; riduzione dello spazio delle camere delle caldaie; combustione completa e assenza di fumo; facilità di poter variare rapidamente l'andamento dei fuochi; facilità in caso di bisogno, di poter spegnere istantaneamente una caldaia, chiudendo l'afflusso del petrolio; messa in pressione di una caldaia in brevissimo tempo; facilità di poter mantenere regolarmente una costante attivazione delle caldaie; facilità di condotta, diminuendo di molto la fatica del personale destinato alle caldaie; facilità di stivaggio. Tuttavia il combustibile liquido non manca di inconve-

nienti: pericoli d'incendio, di esplosione per la formazione di gas esplosivo nei depositi; pericoli nella costruzione e distribuzione dei serbatoi; ma prendendo in esame tutti i vantaggi e gli inconvenienti sopra enumerati, apparisce chiaramente la superiorità della combustione liquida rispetto a quella a carbone; tanto più che gli inconvenienti si possono senza difficoltà eliminare con una razionale distribuzione dei depositi e con l'adozione di speciali norme per l'uso. Pure, l'adozione di tale sistema per la marina da guerra non è possibile che a seconda della disponibilità dei rifornimenti, e perciò specialmente fra il naviglio, come il silurante, che è destinato ad operare senza allontanarsi troppo dalle basi nazionali.

Il relatore si augura perciò nei principali porti mercantili sorgano grandi depositi di nafta; e l'azione dei vari Governi interessati favorisca l'impiego del naftetine nelle navi mercantili e la conseguente costruzione di grandi serbatoi, in modo da facilitare l'approvvigionamento e il mercato del petrolio.

Passando a studiare l'impiego del combustibile liquido, l'autore tratta dei sistemi per la polverizzazione del petrolio, dai *bruleurs* del petrolio ai polverizzatori, e questi del primo e del secondo tipo noto ai tecnici, cioè degli apparecchi nei quali la polverizzazione è ottenuta con un getto di vapore o di aria, e degli apparecchi nei quali il combustibile liquido è sottoposto a una forte pressione e si polverizza uscendo da un sottile foro (combustione meccanica).

Il relatore esamina i vantaggi e gli svantaggi dei due sistemi di combustione; poi tratta della combustione liquida nelle navi mercantili e conclude che l'impiego del combustibile liquido nelle caldaie marine presenta vantaggi notevolissimi specialmente per la marina da guerra, rispetto alla combustione a carbone; che una lunga esperienza gli ha confermato e ribadita questa convenzione ormai generale; che la principale difficoltà per la larga estensione del sistema sta nella mancanza di grandi depositi di rifornimenti dei quali i Governi dovrebbero favorire la costruzione nei principali porti mercantili riducendone anche per quanto possibile, i dazi di entrata, allo scopo di favorire l'iniziativa privata che per lo sviluppo sempre più crescente dei motori a combustione interna negli impianti terrestri e marini non mancherà di trovare efficace allettamento a tali investimenti.

Uso del petrolio per il riscaldamento misto delle caldaie nelle Centrali elettriche.

L'articolo che qui si riassume brevemente riguarda la possibilità di aumentare la produzione oraria massima di vapore delle caldaie con la combustione simultanea di carbone e di petrolio; ciò che può riuscire assai utile nelle Centrali elettriche per far fronte alla richiesta massima con un macchinario di potenza sensibilmente inferiore.

Gli studi del Negru si riferiscono alla Centrale termoelettrica di Westport (Maryland, Stati Uniti) la quale, messa in esercizio nel 1906, dovette nel 1909 raddoppiare la potenza installata. Ora nei primi mesi del 1910 si constatò che la richiesta massima (la cui durata non superava le due o tre ore) tendeva a superare ancora la potenza installata; e poichè la deficienza dell'impianto stava principalmente nelle caldaie, chè le motrici e le dinamo erano capaci, lavorando con un sovraccarico ammissibile, di far fronte alla richiesta, così parve opportuno di studiare i mezzi per accrescere la produzione oraria massima di vapore delle caldaie senza pregiudizio, naturalmente, dei futuri inevitabili ingrandimenti della Centrale.

La questione si poneva così, considerata la costituzione dell'impianto. Date delle caldaie multitubulari, tipo Babcock e Wilcox, capaci di fornire normalmente un massimo di 15,000 kg. di vapore all'ora ciascuna, alla pressione di 12,5 atmosfere e surriscaldato di 50°, renderle capaci di fornire, per due o tre ore al giorno, un massimo di circa 24,000 kg. di vapore all'ora; rimanendo naturalmente il più alto possibile il rendimento dell'apparecchio.

Una serie di misure preliminari, durante una settimana, mostrò intanto che le caldaie, quando fornivano il massimo normale di 15,000 kg. di vapore all'ora, nelle accennate condizioni di pressione e di surriscaldamento, lavoravano con un rendimento del 69 % circa.

Si provò anzitutto ad aumentare la profondità delle griglie di una caldaia, portandola da m. 2,13 a m. 2,74. Con questo, la caldaia riuscì bensì ad evaporare 17,400 kg. di vapore all'ora, ma il rendimento scese al 62 % a causa delle difficoltà incontrate dai fuochisti nel regolare il fuoco con griglie così profonde.

Si riportò allora la griglia ad una profondità media di m. 2,44, ottenendo una produzione oraria massima di 16,700 kg. di vapore

con un rendimento del 65 %; e si provò ad aumentare ulteriormente la produzione aggiungendo, nella camera a combustione della caldaia, dei bruciatori a petrolio di cui si dirà più avanti.

Si riuscì così ad ottenere un massimo di 19,500 kg. di vapore ancora con un rendimento del 65 %; e lo stesso risultato si ottenne con altre caldaie dello stesso tipo e potenza, trasformate allo stesso modo; e parve, per un momento, che non fosse possibile andare più in là. Ma si pensò in seguito ad aumentare il tiraggio del camino, con l'aggiunta di un ventilatore, dubitando che fosse insufficiente; e i risultati ottenuti dimostrarono che si era sulla buona via. Difatti nelle prove finali ognuna delle caldaie, bruciando carbone solo, diede a tiraggio forzato una produzione oraria massima di 22,000 kg. di vapore, e si giunse ai 24,500 kg. di vapore desiderati con la combustione simultanea del carbone e del petrolio.

Ecco i risultati di una delle prove finali, della durata di sei ore;

Il petrolio fu bruciato insieme al carbone solo durante la 3.ª o la 4.ª ora.

Produzione oraria media di vapore durante le 6 ore	kg.	19.840
» » » » » 4 ore (omettendo la prima e l'ultima ora)	»	22.780
Produzione oraria media di vapore durante la terza e quarta ora	»	24.080
Produzione oraria massima	»	24,500

Il rendimento medio è risultato relativamente ottimo; di poco inferiore al 65 %. Questi risultati decisero la trasformazione di tutte le caldaie dell'officina nel modo accennato (profondità della griglia metri 2,44, aggiunta di quattro bruciatori a petrolio per caldaia, possibilità del tiraggio forzato durante le ore di massima richiesta); e da vari mesi l'impianto funziona con buonissimi risultati.

I bruciatori per il petrolio sono stati costruiti nella stessa officina e si compongono di un sistema di tubi concentrici. Lo spazio anulare compreso fra i tubi comunica con un serbatoio di petrolio; per il tubo interno viene lanciato un getto di vapore che aspira del petrolio e dell'aria ed esce insieme, dai fori di un opportuno coperchio. Il consumo di vapore non supera l'1 % della produzione della caldaia. Per facilitare la pulizia interna della camera a combustione si è trovato comodo rendere mobile la parte posteriore delle griglie.

Rifornimento dell'acqua nelle locomotive durante la marcia.

Nell'ultimo Congresso dell'*American Railway Engineering and Maintenance of Way Association* tenuto a Chicago nel marzo u. s. venne presentata una relazione sul rifornimento dell'acqua nelle locomotive in marcia sulle linee ferroviarie americane, relazione che riassumiamo. Vedi *Engineering News*. Ingeg. Ferroviaria.

Fu nel 1857 che l'ingegnere inglese J. Ramsbotton applicò il

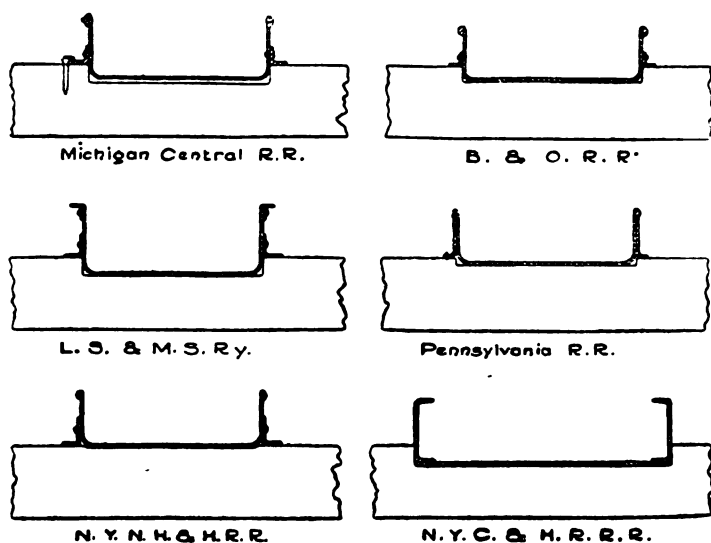



Fig. 1.

suo sistema sulle linee della London and North Western; nel 1870 il sistema veniva applicato per la prima volta in America sulle linee della New York Central, tra New York e Albany. Dapprima venne impiegato per rifornire le locomotive che rimorchiavano treni celeri e diretti, ma poi, accelerato il servizio dei treni merci, si estese l'impiego del sistema anche a questa specie di treni.

Nella fig. 1 sono rappresentate sistematicamente varie disposizioni del canale centrale, quali sono adottate dalle maggiori amministrazioni ferroviarie del continente nord-americano.

Nella seguente tabella riportiamo poi le principali caratteristiche degli impianti stessi.

Il materiale generalmente usato nella costruzione del canale è la lamiera di ferro, benchè in alcuni casi sia stato impiegato anche il legno.

La quantità d'acqua che penetra attraverso il tubo Ramsbotton dipende dalle dimensioni e dalla forma del medesimo e dalla velocità di marcia. Secondo esperimenti eseguiti dal prof. J. P. Church dell'università di Cornell, la velocità minima alla quale è possibile far salire l'acqua nel tubo Ramsbotton è di 35, 2 km. all'ora; alla velocità di 38 km. si ha un funzionamento abbastanza regolare ed alla velocità di 75 km. sale nel tubo la massima quantità di liquido.

Analoghe esperienze vennero eseguite dalla Pennsylvania Ry. in Atglen, con canali della larghezza di 475 e 725 mm.; i risultati migliori si ottennero col canale da 475 mm.

Nella fig. 2 illustriamo l'impianto eseguito dalla Lake Shore and Michigan Southern Ry. per rifornire le locomotive di treni viaggiatori celeri e quelle dei treni merci. La larghezza dei canali è di 475 mm., la distanza da asse ad asse dei medesimi è di 3,90 m. Il riscaldamento dell'acqua, nella stagione invernale, è fatta mediante getti di vapore, che affluendo da appositi eiettori, riscaldano la massa d'acqua, condensandosi, obbligandola in pari tempo a

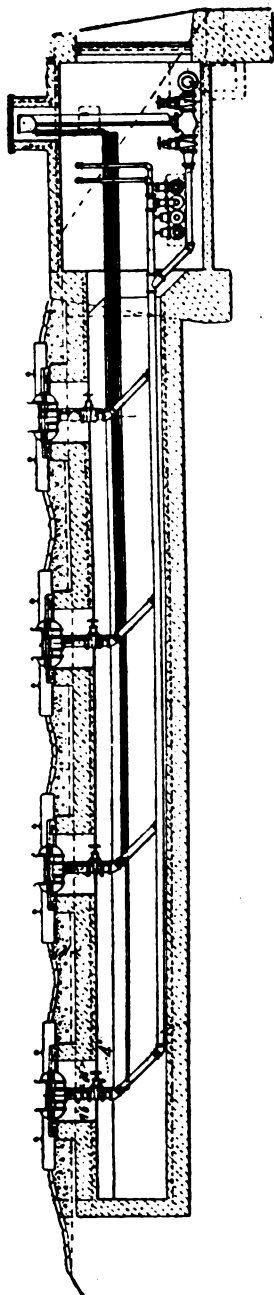



Fig. 2.

muoversi nel canale. La portata dell'acqua nel canale è regolata automaticamente mediante apposite valvole.

Amministrazione	CANALE			Sistema di riscaldamento d'acqua
	lunghezza m.	larghezza mm.	profondità mm.	
Pennsylvania	540	725	150	condotto d'acqua calda
L. S. & M. S.	600	475	175	» » »
Baltimon & Hohio . .	360	475	150	vapore
Michigan Central . . .	480	480	175	»
N. S., N. H: & H. . .	375	475	150	»
N. S. Central	420	575	175	»

Camera di carico a distribuzione automatica.

L'officina idroelettrica di Souzier (Montreux) utilizza le acque delle sorgenti di Pays-d'Enhaut che forniscono contemporaneamente l'acqua potabile alla città di Losanna. L'acqua delle sorgenti catturata con galleria, viene condotta, mediante tubazioni metalliche, ad un primo serbatoio di raccolta, comunicante con quello di carico dell'officina idroelettrica in modo da consentire una produzione intermittente di forza motrice e nel medesimo tempo una alimentazione regolare e continua di acqua potabile per la città di Losanna. Il serbatoio ha una capacità di 3000 mc. ed è costituito da due cassoni cilindrici in cemento armato di 22 m. di diametro e 4 m. di altezza comunicanti tra loro attraverso un terzo cassone cilindrico intermedio nel quale appunto venne installato l'apparecchio automatico di distribuzione, rappresentato in sezione trasversale nella fig. 1, e destinato ad assicurare una portata costante della tubazione di distribuzione in città, indipendentemente da qualsiasi variazione del livello d'acqua nei serbatoi.

L'apparecchio descritto nella rivista *La Houille blanche* e costruito nelle officine Louis di Roll, è costituito da un galleggiante a forma anulare *D* che presenta internamente uno sfioratore circolare dal quale stramazza l'acqua destinata alla città di Losanna. Si vede facilmente come il galleggiante *D* seguendo le variazioni di pelo d'acqua viene a mantenere ad una profondità relativa costante il bordo di deflusso dello stramazzo allo scopo di ottenere invariabilità nella portata.

Nel fatto però, causa l'attrito prodotto dalla guarnizione in cuoio all'estremità inferiore del galleggiante si constatò un funzionamento non sufficientemente regolare; si procedette pertanto ad una riduzione della luce di stramazzo limitandola a soli quattro fori disposti simmetricamente lungo la periferia del galleggiante, ed adattando nell'interno del galleggiante stesso un nastro cilindrico T che funzionando a guisa di cassetto di distribuzione viene a limitare le luci di passaggio dell'acqua.

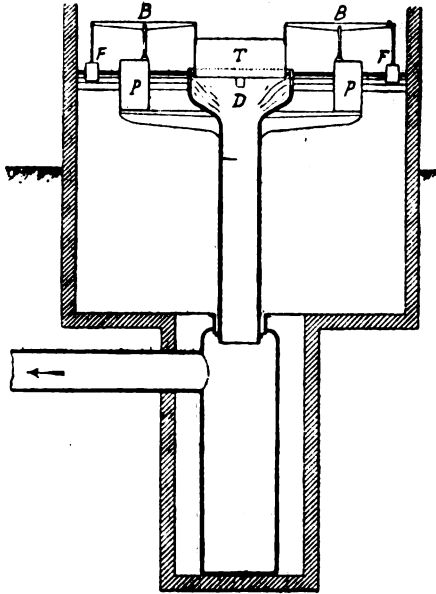



Fig. 1.

Il cassetto anulare è sospeso a due bilancieri B (vedi fig. 1) collegati all'altra estremità a quattro galleggianti ausiliari F. L'immersione di questi ultimi è costante in quanto praticamente si può ritenere nullo l'attrito dei perni a coltello dei bilancieri Ne segue, che quando il livello d'acqua nel serbatoio si abbassa, si abbassano pure i galleggianti ausiliari, mentre il galleggiante principale per la resistenza d'attrito sopra accennata, rimane un po' in ritardo per modo che mentre da una parte diminuisce l'altezza totale della lama stramazzante, dall'altra però il movimento trasmesso dai galleggianti ausiliari solleva il cassetto cilindrico aumentando la sezione delle bocche di stramazzo e mantenendo costante la portata.

Il rotametro sistema Kuppers.

Questo apparecchio introdotto recentemente nell'industria serve a dare una misura rigorosamente esatta del consumo dei gas di qualunque natura e dare in ciascun istante il valore orario di una corrente gassosa che lo attraversi.

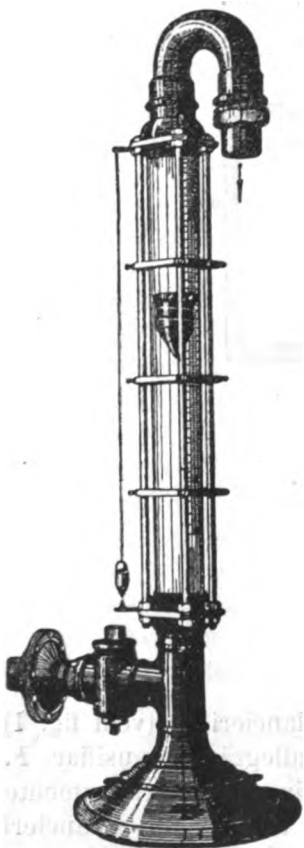
Fig. 1.

Si distingue dai comuni contatori a gas per la grande sensibilità ed esattezza di misura.

L'apparecchio è costituito da un tubo in vetro a sezione conica munito di una scala graduata e di un galleggiante di forma conica; il gas attraversando il tubo dal basso verso l'alto mette in rotazione il galleggiante che è munito di un indice e di scanalature elicoidali e tende nello stesso tempo a spostare verso l'alto il galleggiante proporzionalmente al volume di gas richiesto.

Dato il movimento di rotazione, l'asse verticale del galleggiante tende a coincidere con quello del tubo, tantochè non si verifica alcun contatto contro le pareti del tubo stesso e la rotazione si effettua senza il minimo urto. Alla parte superiore del galleggiante il cui centro di gravità è perfettamente determinato viene adattato un bordo ad anello nel quale sono stati praticati numerosi canaletti obliqui attraverso i quali passa il gas determinando il movimento di rotazione del galleggiante.

In quest'ultimo è tracciata inoltre una linea elicoidale che permette di constatarne la rotazione ed essere sicuri della normalità del funzionamento.

Il principio teorico sul quale è basata la costruzione dell'apparecchio, è il seguente: se ad esempio si fa arrivare nel rotametro, dell'aria, si constata necessariamente un certo lavoro perchè il galleggiante si sollevi; questo lavoro è espresso dalla formola

generale $A = \frac{M V^2}{2}$ dove rappresenta la massa o il peso specifico (per l'aria = 1) e V il volume di gas che attraversa l'apparecchio durante un'ora. Volume e velocità di passaggio sono proporzionali. Un altro gas capace di portare il galleggiante alla stessa altezza fornisce lo stesso lavoro e cioè $A = \frac{M_1 V_1^2}{2}$ il che equivale a dire che M viene a rappresentare la diversa densità di questo gas e V il suo volume. Se pertanto $M V^2 = M_1 V_1^2$, si potrà, essendo noti tre fattori, calcolare la densità non nota e quindi anche il volume di un determinato gas.

Sia che si tratti di piccole che di grandi quantità, gli errori del rotametro non sono superiori all'1 %, mentre che negli altri contatori questa percentuale può salire anche al 10 ed al 20 %.

Data la sua grande sensibilità, l'apparecchio indica istantaneamente le minime oscillazioni dovute a depressioni altrettanto piccole, non altera il gas e funzionando a secco non richiede alcuna manutenzione e regolazione; può essere impiegato per misurare tutti i gas asciutti, come: aria, ozono, azoto, idrogeno, acido carbonico, ammoniaca, cloro, ecc. L'indicazione di questo contatore dipende dalla densità del gas ed è basata sul fatto che il galleggiante resta sollevato finchè la pressione della corrente gasosa è uguale al peso del galleggiante stesso o in altri termini, quest'ultimo viene sollevato fino ad un'altezza tale da raggiungere una sezione di passaggio del gas corrispondente alla depressione prodotta dal peso del galleggiante.

Così un gas più denso esigendo per il passaggio di un egual volume, colla stessa perdita di pressione, una sezione maggiore, farà salire più alto il galleggiante indicando un consumo apparentemente maggiore. Per ogni determinato gas è necessaria una speciale taratura della scala graduata.

Per quanto riguarda il funzionamento, la perdita di pressione dovuta all'apparecchio, è indipendente dalla quantità di gas che lo attraversa, è però influenzata dal filtro da polveve disposto inferiormente alla colonna verticale ed aumenta conseguentemente col volume del gas.

L'apparecchio descritto può essere impiegato oltre che nei laboratori fotometrici, di chimica e fisica, anche negli impianti industriali, presentando anche sugli altri contatori il vantaggio di funzionare con pressioni più forti di quelle che non siano consentite dai primi. Fino a 10 mm. di altezza di colonna di mercurio l'errore di misura risulta inferiore a 0,5 %.

Nei laboratori di chimica e fisica, offre un mezzo facile e preciso di misura di determinati miscugli di differenti gas in proporzioni prefissate; nell'industria il rotametro venne applicato con successo per la misura dell'aria e del gas degli alti forni, dell'aria in pressione per gli utensili pneumatici, dei gas nei forni a cemento, del gas acido carbonico nelle fabbriche di birra, ecc.

Una fra le più interessanti applicazioni è l'impiego di questo apparecchio nella saldatura autogena dove è assai importante conoscere con esattezza e mantenere le proporzioni dei gas che alimentano la fiamma ossidrica.

L'Associazione Nazionale per i Congressi di Navigazione di Milano ci comunica che per deliberazione del Governo degli Stati Uniti il XII Congresso Internazionale si inaugurerà a Filadelfia il 23 maggio 1912 sotto il patronato del Presidente Taft.

INDICE DELLE MATERIE

ANNO LIX - 1911

Strade ferrate — Tramways — Strade ordinarie.

Idraulica e costruzioni idrauliche.

Impianti ed applicazioni meccaniche.

DI ALCUNI IMPIANTI PER IL TRASPORTO D'ENERGIA ELETTRICA.

Costruzioni.

Fisica — Meccanica — Matematica.

Elettricità e sue applicazioni.

Archeologia.

Argomenti vari.

Bibliografia.